



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Planta elaboradora de zumo de naranja, granada y manzana a partir de concentrado.

Autor/es

JOANA GONZÁLEZ MILLÁN

Director/es

Alberto Tascón Vegas y MARÍA JULIA ARBIZU MILAGRO ,

Facultad

Facultad de Ciencia y Tecnología

Titulación

Grado en Ingeniería Agrícola

Departamento

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Curso académico

2016-17



Planta elaboradora de zumo de naranja, granada y manzana a partir de concentrado., de JOANA GONZÁLEZ MILLÁN

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2017

© Universidad de La Rioja, 2017

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Facultad de Ciencia y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Agrícola

**Planta elaboradora de zumos de naranja, granada y
manzana a partir de concentrado.**

Alumno:

Joana González Millán

Tutores:

María Julia Arbizu Milagro

Alberto Tascón Vegas

Logroño, Junio, 2017



Planta elaboradora de zumos de naranja, granada y manzana a partir de concentrado, trabajo fin de grado de Joana González Millán , dirigido por María Julia Arbizu Milagro y Alberto Tascón Vegas (publicado por la Universidad de La Rioja), se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor

© Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones, 2017

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es

ÍNDICE GENERAL

Documento N°1: Memoria y anejos a la memoria

Documento N°2: Planos

Documento N°3: Pliego Condiciones

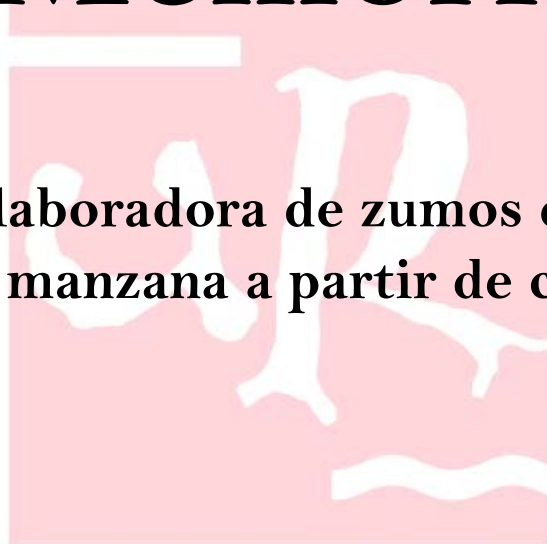
Documento N°4: Presupuesto

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Memoria

**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**



Índice

1.	Objeto del proyecto	3
2.	Antecedentes	3
3.	Objetivo del proyecto.....	3
4.	Situación y emplazamiento	3
5.	Condiciones urbanísticas.....	4
6.	Plan productivo	4
6.1.	Necesidades de materias primas y aditivos	5
6.2.	Necesidades de materiales auxiliares	5
6.2.1.	Necesidades de bobinas envases brik	5
6.2.2.	Necesidades de cajas de cartón	6
6.2.3.	Necesidades film embalaje	6
6.2.4.	Necesidades de palets.....	6
6.2.5.	Necesidades de agua oxigenada	6
6.3.	Necesidades de personal	6
7.	Tecnología e ingeniería del proceso productivo	7
7.1.	Proceso de producción.....	7
7.2.	Diagrama de flujo proceso productivo.....	10
7.3.	Resumen maquinaria de proceso.....	14
8.	Descripción de la ingeniería de las obras	14
8.1.	Descripción de las superficies	14
8.2.	Movimiento de tierras.....	15
8.3.	Cimentación	16
8.4.	Estructura	16
8.5.	Cubierta	17
8.6.	Cerramiento	17
8.7.	Soleras, pavimentos y falso techo.....	17
8.8.	Carpintería.....	18
9.	Descripción de las instalaciones.....	18
9.1.	Instalación de saneamiento	18
9.1.1.	Saneamiento de aguas pluviales	18
9.1.2.	Saneamiento aguas fecales	19

9.1.3.	Saneamiento de aguas residuales	19
9.2.	Instalación de fontanería	19
9.3.	Instalación de vapor	21
9.4.	Instalación frigorífica.....	21
9.5.	Instalación aire comprimido.....	22
9.6.	Instalación contra incendios	23
9.7.	Instalación eléctrica.....	24
10.	Control de calidad	26
10.1.	Control durante el proceso	28
10.2.	Control producto terminado	29
11.	Gestión de residuos.....	29
11.1.	Residuos sólidos	29
11.2.	Aguas residuales.....	29
11.3.	Residuos tóxicos y peligrosos.....	29
11.4.	Otros residuos	30
12.	Presupuesto	30
13.	Evaluación económica.....	31
14.	Conclusión	31

1. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño y construcción de una planta de elaboración de zumos a partir de concentrados. La planta cumplirá con la normativa vigente y poseerá todos los equipos e instalaciones necesarios para que, gracias a su correcto funcionamiento, se obtenga un beneficio económico.

2. Antecedentes

Se redacta este proyecto de fin de carrera con el título *“Planta elaboradora de zumos de naranja, granada y manzana a partir de concentrado.”*, con el objetivo de poder obtener el Título de Graduado en Ingeniería Agrícola, de acuerdo con el plan de estudios vigente en la Universidad de La Rioja.

3. Objetivo del proyecto

El objetivo del presente proyecto es el diseño y construcción de una planta de elaboración de zumos en el municipio de Logroño (La Rioja). La industria tendrá una producción anual de 7.661.727,48 litros con un turno diario de 8 horas durante 228 días al año.

Todos los productos serán destinados a la venta en grandes superficies de supermercados, en los cuáles los productos se venderán como marca blanca.

Se instalará maquinaria y materiales adecuados para obtener la mayor producción posible al menor precio, con el objetivo de poder competir con el resto de industrias del sector. Se tendrá en cuenta siempre la reglamentación vigente y se respetará al máximo el medio ambiente.

4. Situación y emplazamiento

La planta de elaboración de zumos se situará en el polígono industrial de Cantabria II en la comunidad autónoma de La Rioja. Se situará en la parcela M25-P2.

La parcela posee una superficie total de 5.425 m² de los cuales 1.650 m² están destinados a la construcción de la nave industrial, y posee los siguientes linderos:

- Norte: parcelas M25-P1_1 y M25-P1_2.
- Sur: M25-P3.1A y M25-P3.1B.
- Este: Calle sin nombre establecido.
- Oeste: Calle sin nombre establecido.

Contando la calle con todos los servicios e infraestructuras técnicas necesarias: abastecimiento, saneamiento, electricidad y acceso.

5. Condiciones urbanísticas

Se deberá respetar las condiciones de edificación del polígono según la Ordenanza de Planes Parciales y Especiales y Normas Complementarias del Ayuntamiento de Logroño del 7 de octubre de 1993 con fecha de actualización 20 de noviembre de 2015.

Una parte de la parcela será ajardinada y contará con 7 árboles de hoja persistente *Magnolia grandiflora* y 9 arbustos de hoja persistente *Escallonia macrantha*, en la parte pavimentada se dispondrán 20 plazas de aparcamiento, 2 de las cuales serán reservadas para minusválidos y toda la parcela será vallada.

La parcela contará con dos accesos de entrada y salida de 10 metros mediante puerta corredera y automática.

6. Plan productivo

En la planta se trabajará de lunes a viernes, descansando los días de fiesta nacional y local y el mes de agosto, con lo que el total de días trabajados al año será de 228 días, recibiendo los concentrados de forma semanal.

La planta posee una capacidad productiva anual total de 7.661.727,48 litros, en la siguiente tabla se detallan los datos de producción para cada uno de los productos:

Tabla 1. Resumen producción semanal y anual.

Producto	Producción semanal (L/sem)	Producción anual (L/año)
Zumo de granada	27.576,18	1.268.504,28
Zumo de manzana	55.152,36	2.509.432,38
Zumo de naranja	85.358,04	3.883.790,82
Total	168.086,58	7.661.727,48

Para desarrollar estos tipos de zumos, la distribución semanal será de la siguiente manera:

Tabla 2. Calendario semanal producción.

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
ZUMO GRANADA	ZUMO DE NARANJA	ZUMO DE NARANJA	ZUMO DE MANZANA	ZUMO DE MANZANA

Tras la finalización de cada jornada de trabajo, se procederá a la limpieza y desinfección de todos los equipos y utensilios utilizados.

6.1. Necesidades de materias primas y aditivos

Las materias primas y aditivos para la elaboración de los diferentes zumos son las siguientes:

Tabla 3. Entrada zumo concentrado en línea de producción.

ENTRADA ZUMO CONCENTRADO		
ZUMO	LITROS/HORA	LITROS/AÑO
Concentrado de manzana	750	409.500
Concentrado de naranja	1.250	682.500
Concentrado de granada	750	207.000

Tabla 4. Entrada agua en línea de producción.

ENTRADA AGUA		
ZUMO	LITROS/H	LITROS/AÑO
Concentrado de manzana	3.937,5	2.149.875
Concentrado de naranja	6.004,46	3.278.435,16
Concentrado de granada	2.711,54	748.385,04

Tabla 5. Entrada aditivos en línea de producción.

	ENTRADA ADITIVOS			
	Ácido cítrico		Ácido ascórbico	
	KG/H	KG/AÑO	KG/H	KG/AÑO
Concentrado manzana	2,25	1.228,5	0,075	40,95
Concentrado naranja	3,75	2.047,5	0,125	68,25
Concentrado granada	2,25	1.228,5	0,075	40,95

6.2. Necesidades de materiales auxiliares

6.2.1. Necesidades de bobinas envases brik

Las necesidades de bobinas de envases de brik requeridas en cada turno si se fabrican la mitad del día formato de 1 litro y la otra mitad de 330 ml son de:

Tabla 6. Necesidades bobinas brik.

	Formato 1 litro	Formato 330 ml
Zumo naranja	22 bobinas/día	33 bobinas/día
Zumo manzana y granada	15 bobinas/día	21 bobinas/día

6.2.2. Necesidades de cajas de cartón

Las necesidades de cajas de cartón requeridas en cada turno si se fabrican la mitad del día formato de 1 litro y la otra mitad de 330 ml son de:

Tabla 7. Necesidades cajas.

	Formato 1 litro	Formato 330 ml
Zumo naranja	711 cajas/día	615 cajas/día
Zumo manzana y granada	459 cajas/día	396 cajas/día

6.2.3. Necesidades film embalaje

Las necesidades de film de embalaje requeridas para cada turno son de 3 rollos al día.

6.2.4. Necesidades de palets

Las necesidades de palets de plástico requeridas en cada turno si se fabrican la mitad del día formato de 1 litro y la otra mitad de 330 ml son de:

Tabla 8. Necesidades palets.

	Formato 1 litro	Formato 330 ml
Zumo naranja	27 cajas/día	24 cajas/día
Zumo manzana y granada	18 cajas/día	15 cajas/día

6.2.5. Necesidades de agua oxigenada

Las necesidades de agua oxigenada al 30% son de 9 litros al día.

6.3. Necesidades de personal

A continuación, se detallan las necesidades de personal para el desarrollo del trabajo diario:

Tabla 9. Necesidades mano de obra.

Mano de Obra	Personas
Gerente	1
Director de ventas	1
Encargados de producción	1
Peones de producción	2
Personal de laboratorio	1
Administrativos	1
Carretilleros	2
Personal de limpieza	2
Total	11

7. Tecnología e ingeniería del proceso productivo

7.1. Proceso de producción

- **Tratamiento agua reconstitución:** El agua de la red pública debe sufrir un tratamiento para obtener agua blanda y fría para la reconstitución de los zumos concentrados. Los tratamientos que sufre son los siguientes:

- **Intercambio iónico:** Ablandamiento del agua por separación de iones calcio y magnesio, a partir de unas columnas intercambiadoras cargadas con resinas de intercambio iónico, siendo un proceso continuo en el que se obtiene agua ultrapura sin adicionar productos químicos.
- **Filtración con carbón activo:** El agua penetra en el filtro por la parte superior, y la filtración es producida por la retención de partículas de contaminantes a lo largo del lecho filtrante compuesto de carbón activo.
- **Almacenamiento en refrigeración:** El agua tratada se almacena en un depósito con camisa de refrigeración por circulación de agua fría, permitiendo conservarla a 4°C.

- **Recepción zumo concentrado:**

El zumo concentrado se recepciona en bidones de 250 litros asépticos (260 Kg). Estos bidones vienen en condiciones de congelación junto con un chip RFID con sonda de temperatura para comprobar la trazabilidad de la temperatura durante el transporte.

Una vez recepcionados los bidones en la industria, son almacenados en un almacén a -18°C para ser conservados y aumentar así su vida útil.

La recepción de bidones será semanal, recepcionando 18 bidones de zumo concentrado de granada, 60 bidones de zumo de naranja y 36 bidones de zumo de manzana.

- **Deshielo:**

El deshielo se realiza en una cámara refrigerada a 4°C y en ella se van almacenando los bidones que se van a usar entre las 48-72h siguientes, ya que el tiempo necesario para que se descongelen los bidones va de 24 a 48h.

- **Bombeo y descarga:**

El vaciado de los bidones se lleva a cabo mediante el uso de una bomba de desplazamiento positivo. Este tipo de bombas tiene una excelente capacidad de aspiración y son adecuadas para fluidos de alta viscosidad.

- **Almacenamiento en refrigeración:**

El zumo concentrado se almacena en un depósito de acero inoxidable con camisa de refrigeración por circulación de agua fría, permitiendo conservar el producto a 4°C.

A continuación, una bomba envía el fluido a el tanque de mezcla.

- **Mezcla:**

La mezcla de los diferentes componentes (zumo concentrado, agua y aditivos) se lleva a cabo en un tanque de mezcla. Primero debe entrar agua para evitando así que el zumo concentrado se pegue a las paredes.

Con el propósito de obtener una mezcla uniforme en cada esquina del tanque, este contará con un sistema de agitación.

Una vez mezclados todos los componentes, el zumo es enviado con una bomba al desaireador.

- **Desaireador:**

El zumo es bombeado al depósito, donde entra de forma tangencial y el depósito se encuentra en condiciones de vacío, haciendo hervir al producto entrante.

Los vapores y gases ascienden en el desaireador donde se encuentra un condensador refrigerado por agua, de forma que se produce una separación de fases:

- Vapores condensados que caen y se reúnen con el zumo una vez desaireado, recuperando así aromas.
- Gases incondensables que son extraídos del aparato.

Una vez realizada esta operación, el zumo es bombeado hasta el pasteurizador.

- **Pasteurización:**

Esta operación se lleva a cabo en un intercambiador de placas en el cuál se pasteuriza el zumo a una temperatura de 80 a 98°C durante 20-40 segundos con el objetivo de obtener un producto microbiológicamente estable.

El pasteurizador está formado por tres secciones, una regenerativa, otra de calentamiento y finalmente una de enfriamiento.

Tras esta operación el zumo es bombeado a un depósito pulmón para su regulación.

- **Regulación:**

Depósito pulmón que mantiene el producto en condiciones estériles hasta su llenado. Este depósito sirve para la regulación en caso de producirse paradas en la llenadora.

Este depósito debe conservar el zumo a 4°C, ya que desde este momento no se debe perder la cadena de frío.

- **Detección de metales:**

Se hace circular el zumo a través de una tubería con un detector de metales, el cuál al detectar un metal abre una válvula de escape.

- **Llenado aséptico:**

El material para envasado atraviesa un baño de peróxido de hidrógeno a alta temperatura. Se calienta a 70 °C una concentración de peróxido de hidrógeno al 30 % durante seis segundos. Luego, se elimina el peróxido de hidrógeno del material para mediante aire frío.

- **Encartonado:**

Los envases de tetra brik se empaican en cajas de cartón para facilitar el transporte a los puntos de venta y el almacenamiento.

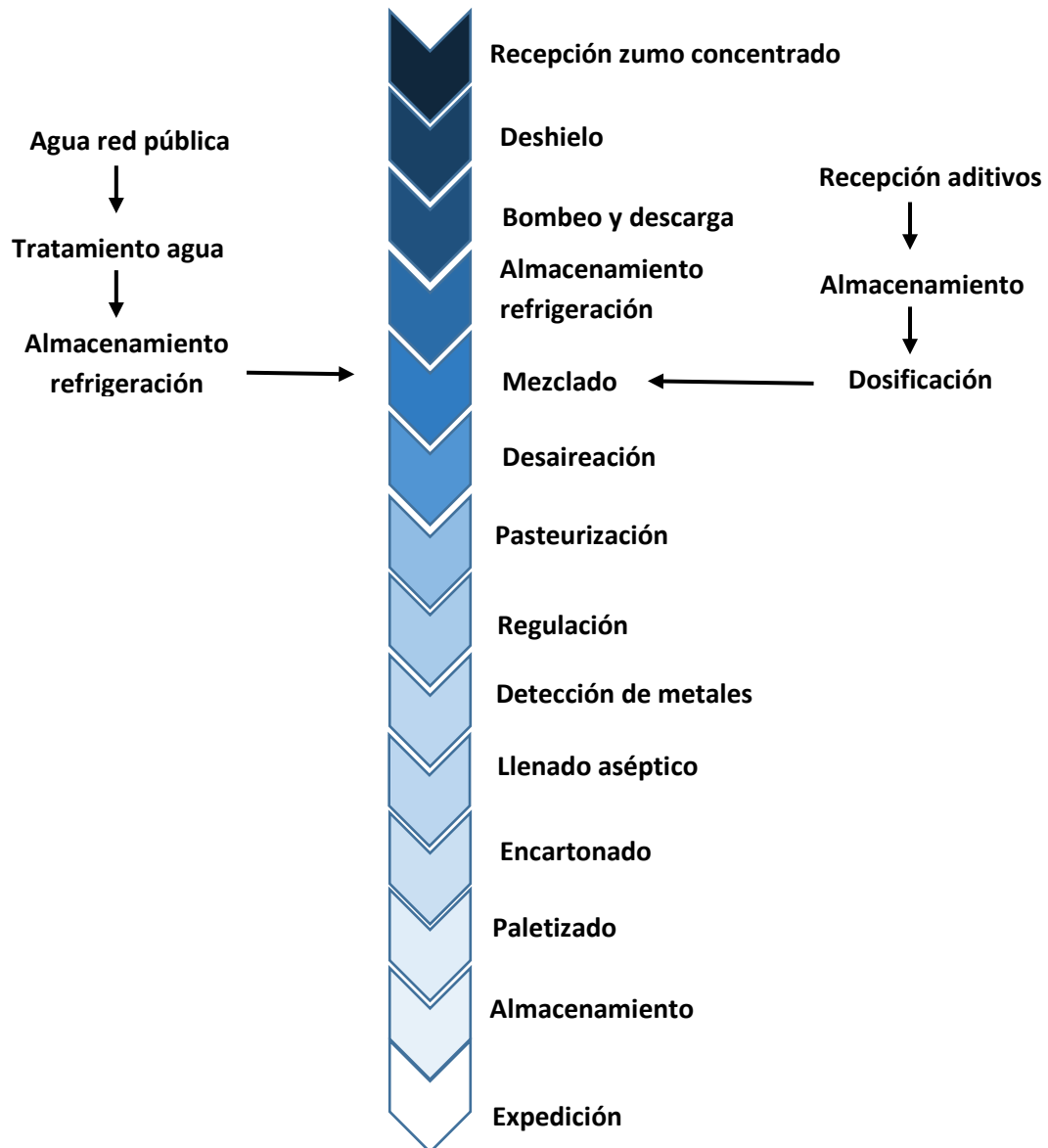
- **Paletizado:**

Mediante un brazo de robot, se dispone la carga sobre un palet para su almacenaje, y se enfarda el palet., consiguiendo una uniformidad y facilidad de manipulación ahorrando espacio y rentabilizando el tiempo de carga y descarga.

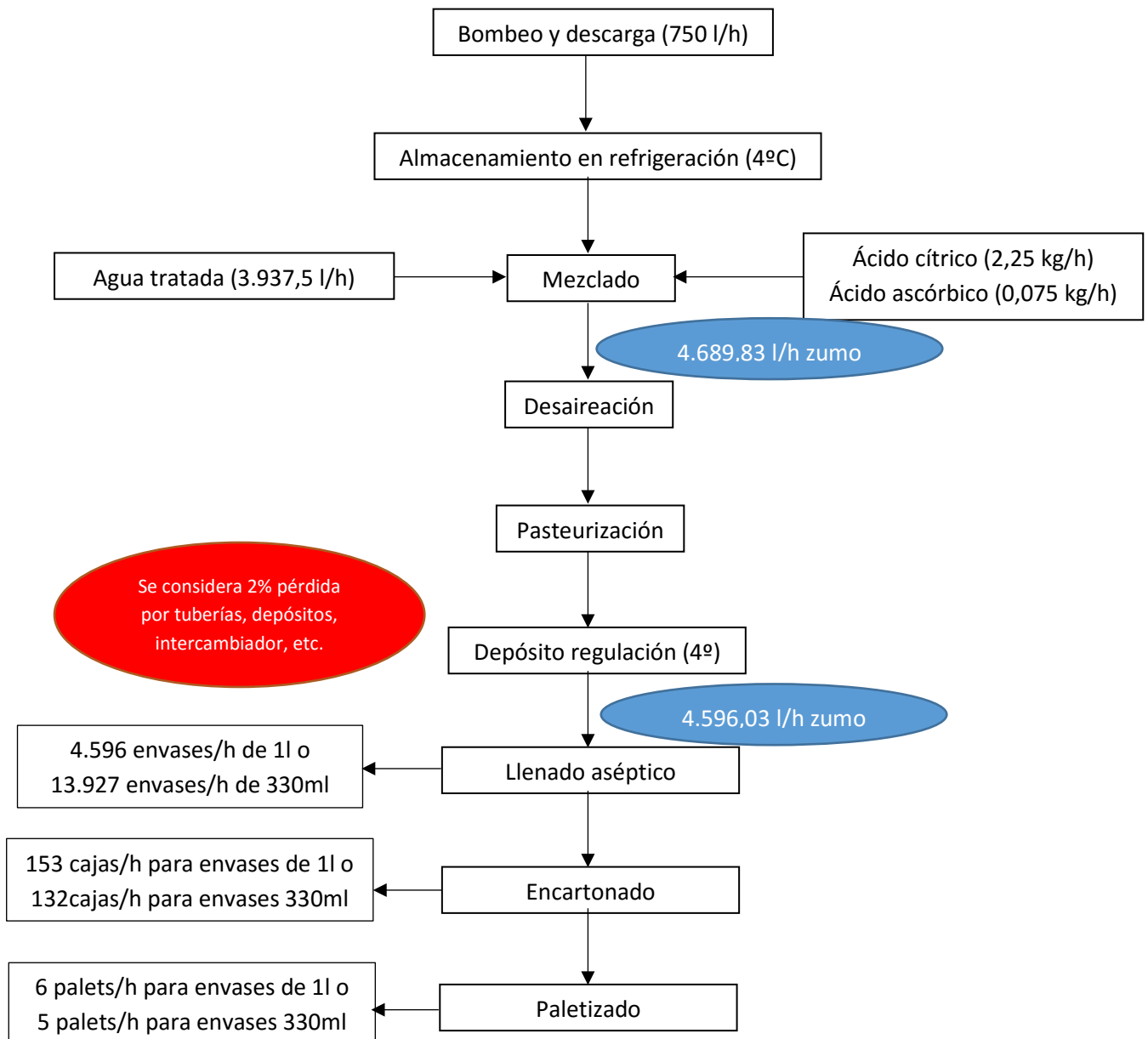
- **Almacenamiento:**

El producto una vez paletizado se almacena en un almacén a temperatura de refrigeración hasta su posterior expedición.

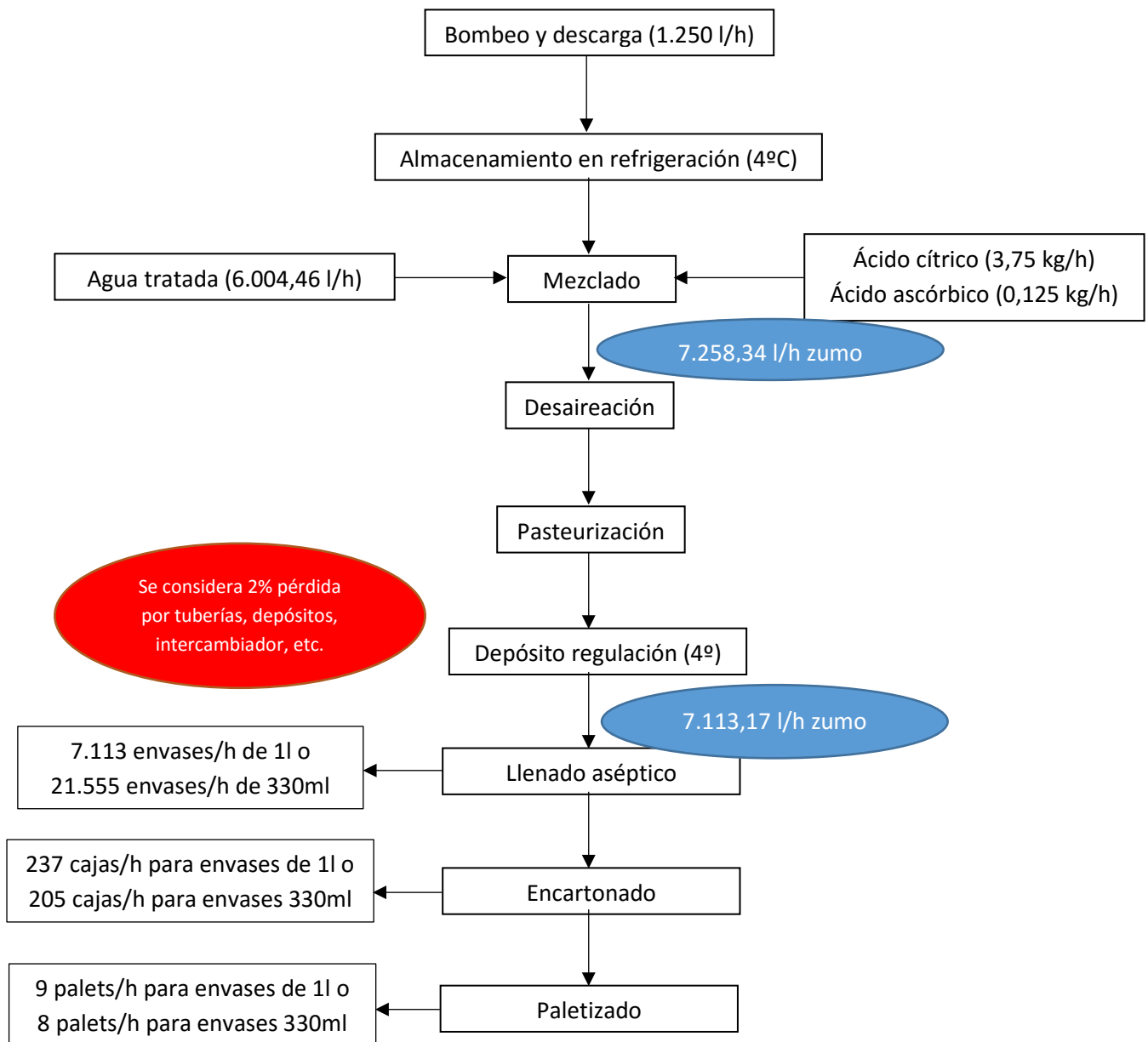
7.2. Diagrama de flujo proceso productivo



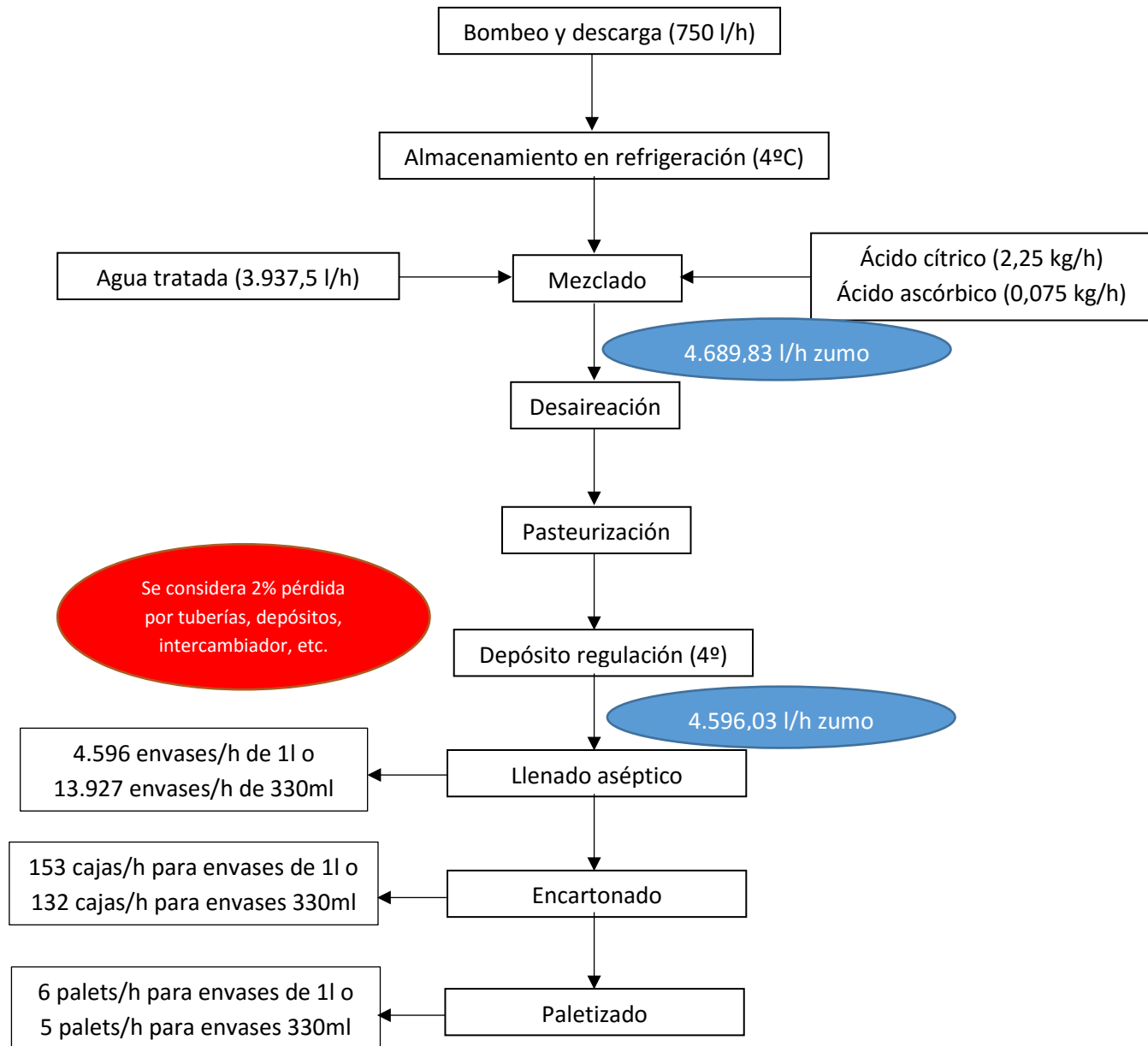
Balance de materia zumo de manzana



Balance de materia zumo de naranja



Balance de materia zumo de granada



7.3. Resumen maquinaria de proceso

Tabla 10. Maquinaria necesaria para la producción.

Equipo	Dimensiones (mm)	Unidades
Bomba desplazamiento positivo	170 x 438	1
Depósito refrigeración/agua tratada	Ø1.500	2
Bombas	475 x160	6
Depósito de mezcla	2..800 x 2.000	2
Desaireador	1.000 x 2.000	1
Pasteurizador	6.200 x 4.400	1
Depósito regulador	Ø1.845	1
Llenadora aséptica	3.350 x 1.500	1
Encartonadora	3.700 x 2.500	1
Robot	Semicírculo Ø3.195	1
Paletizadora	4.900 x 3.000	1
Unidad intercambio iónico	450 x 1.100	1
Filtro carbón activo	600 x 2.100	1
Equipo limpieza CIP	2.600 x 3.128	1
Carretilla eléctrica	-	2
Equipo frío cámara congeladora	-	1
Equipo frío cámara prod. Terminado y deshielo	-	1
Equipo produc. Vapor	1.500 x 2.000	1
Equipo prod. Aire comprimido	1.800 x 660	1

8. Descripción de la ingeniería de las obras

8.1. Descripción de las superficies

A la hora de realizar la distribución de las superficies en el interior de la industria, se ha dividido la planta en 3 áreas: área de producción, área de taller, vestuarios y tratamiento de aguas, y área de oficinas.

Para realizar el dimensionado de cada una de estas áreas se han tenido en cuenta las particularidades del proceso productivo, y de todas las actividades que lo acompañan, por lo que finalmente las superficies útiles destinadas a cada dependencia son las siguientes:

Tabla 11. División zonas de la nave.

Zona	Superficie (m²)
Muelle expedición	20,00
Almacén producto final	254,16
Cuarto limpieza	14,07
Pasillo A	33,72
Almacén materiales auxiliares	52,80
Almacén aditivos	34,20
Pasillo B	18,00
Almacén desperdicios	67,64
Muelle recepción	34,80
Cámara congelador	41,75
Cámara deshielo	49,44
Sala producción frío	30,69
Sala de producción	595,32
Neumática	15,02
P. vapor	15,02
Taller y repuestos	17,10
Vestuario y baño femenino	19,00
Vestuario y baño masculino	19,00
Sala tratamiento agua	28,12
Pasillo C	64,00
Comedor	18,24
Laboratorio	19,71
Aseo Mas	7,22
Aseo Fem	7,22
Despacho	8,36
Oficina	17,48
Pasillo D	44,80

La distribución en planta se encuentra reflejada en el Plano 2: Distribución en planta y el Plano 3: Planta general acotada.

8.2. Movimiento de tierras

Se debe realizar en primer lugar un desbroce y una limpieza superficial del terreno, retirando la capa vegetal del terreno y nivelando el terreno en caso de ser necesario, además, se excavarán las zapatas, viga de atado y zanjas de saneamiento necesarias por medios mecánicos.

8.3. Cimentación

La normativa utilizada para el cálculo de la obra civil, es la siguiente:

- DB-SE-AE documento básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación.
- EHE Instrucción de hormigón estructural.
- EAE Normativa para el acero.

La cimentación de la nave estará compuesta por zapatas aisladas de hormigón armado, centradas bajo pilar y unidas mediante vigas de atado de hormigón armado.

Se ha empleado hormigón HA-30/P/IIa con una resistencia de 30 N/mm² y acero tipo B400S con una resistencia de 400 N/mm². Se ha aplica una capa de hormigón de limpieza de 10 cm. de espesor.

La cimentación estará compuesta por 32 zapatas centradas cuyas dimensiones son 3,00 x 3,00 x 1,50 m.

La armadura longitudinal está compuesta por 22 barras de $\varnothing = 25$ mm separadas 13,62 cm y la armadura transversal está compuesta por 15 barras de $\varnothing = 20$ mm separadas 20,43 cm.

Se han dispuesto un total de 32 vigas de atado, 10 de las vigas unen las zapatas de la fachada principal y cuyas dimensiones son 0,60 (altura) x 0,10 (espesor) m. y con la armadura longitudinal compuesta por 6 redondos de $\varnothing = 12$ mm unidas con un estribo de $\varnothing = 8$ mm cada 40 cm.

Todos los detalles constructivos sobre la cimentación de la industria de encuentran en el Anejo 5: Obra civil y en los planos, Plano 5.1: Planta de cimentación y plano 5.2. Detalles de cimentación.

8.4. Estructura

La estructura estará compuesta por pórticos a dos aguas, con pendiente en cubierta 10°. Las dimensiones de la nave son: 30 m. de anchura y 55 m. de longitud.

Las principales dimensiones de la estructura son las siguientes:

- Luz pórticos: 30 m.
- Longitud: 55m.
- Altura de pilar: 5 m.
- Altura total: 7,65m.
- Pendiente cubierta: 10°.
- Distancia entre correas: 1,65 m.
- Distancia entre pórticos: 5m.
- Número de pórticos: 12.

Las correas de cubierta serán perfiles IPN-100 de acero S275 situadas a 1,65 m en el plano del faldón y se dispondrán como vigas continuas de 2 vanos con una tirantilla por vano.

Las correas de fachada serán perfiles IPN-160 de acero S275 situadas a 1,50 m en el plano del pilar y se dispondrán como vigas continuas de 1 vano sin tirantilla.

El perfil elegido para los pilares será HE 400 B de acero S275JR, a los cuales se les colocará tornapuntas de refuerzo cada 1,50m. aprovechando las correas de fachada.

El perfil elegido para los dinteles es HE 450 B de acero S275JR, a los cuales se les colocará tornapuntas de refuerzo cada 1,65m. aprovechando las correas.

Toda la información relativa al cálculo y diseño de la estructura se encuentra descrita en el Anejo 5: Obra civil y en el plano 6: Secciones estructurales.

8.5. Cubierta

La cubierta de la nave tendrá una pendiente de 10º y la cubrición será mediante paneles sándwich de 30 mm. de espesor, formado por doble chapa de perfil nervado de espesor de 0,6 mm. con un relleno interior de espuma de poliuretano.

Toda la información relativa al cálculo y diseño de la cubierta se encuentra descrita en el Anejo 5: Obra civil y el Plano 7: Estructura de cubierta.

8.6. Cerramiento

El cerramiento exterior estará compuesto por paneles sándwich de aluminio con acabado adecuado para intemperie, aislamiento interior de poliuretano, cantos de PVC con junta aislante de neopreno.

En la zona de oficinas, laboratorio y zona social se colocarán tabiques de ladrillo hueco doble de 25x12x9 cm. recibido con mortero de cemento y arena de río M5, y el resto de divisiones se realizarán mediante paneles sándwich de 20 cm. de espesor, mediante paneles de 1,20 x 5,00 m. con chapas de acero lacado en blanco e interior de espuma de poliuretano.

8.7. Soleras, pavimentos y falso techo

Sobre toda la superficie de la nave se dispondrá una solera de hormigón armado HM-25/P/20/IIa de 15 cm. de espesor con una resistencia de 25 N/mm², tamaño máximo del árido 20 mm. y con armado de 150 x 150 x 8mm.

Los pavimentos de la zona de procesado y almacenes estarán constituidos por una multicapa de epoxi antideslizante de un espesor de 2 mm. sobre la solera de hormigón, realizándose pendientes hacia los sumideros de limpieza y las juntas y encuentros con paredes serán redondeadas para la facilitar la limpieza. Los pavimentos del resto de zonas serán baldosas de gres antideslizante de 31 x 31 cm.

Se colocarán falso techo de placas de escayola lisa recibidas con pasta de escayola dejando una altura de 5 m.

8.8. Carpintería

Las puertas serán de 110 x 210 cm en toda la industria, excepto las puertas de la zona de procesado, almacenes y cámaras serán elevadoras y las dimensiones de cada una de ellas se detallan en el Plano 3: Planta general acotada.

9. Descripción de las instalaciones

9.1. Instalación de saneamiento

Para el dimensionado de la red de saneamiento se ha empleado el Documento Básico de Salubridad del CTE, en su sección HS 5 Evacuación de Aguas.

La red de saneamiento está compuesta por tres líneas separadas:

- **Red de aguas pluviales:** Esta línea se encarga de recoger y evacuar el agua procedente de la lluvia y la nieve, tanto de la cubierta como la zona pavimentada exterior.
- **Red de aguas fecales:** Línea encargada de recoger y evacuar las aguas procedentes de los diferentes aparatos de los aseos y vestuarios hasta el punto de vertido de la parcela.
- **Red de aguas residuales:** Línea encargada de evacuar el agua procedente del procesado y de la limpieza de los equipos y superficies hasta el punto de vertido de la parcela.

La descripción de los detalles de cálculo y diseños de las redes se encuentran en el Anejo 6: Instalación de saneamiento y en el Plano 8: Red de saneamiento. Pluviales y Plano 9: Red de saneamiento: Residuales y fecales.

9.1.1. Saneamiento de aguas pluviales

Encarga de recoger y evacuar el agua procedente de la lluvia y la nieve, tanto de la cubierta como la zona pavimentada exterior, compuesta por los siguientes elementos:

- **Canalones:** Serán de PVC con $\varnothing = 150$ mm y se emplean en la recogida y conducción horizontal de las aguas pluviales de la cubierta.
- **Bajantes:** La instalación cuanta con 11 bajantes a cada lado de la industria situadas cada 5m. con un $\varnothing = 150$ mm. Estas serán las encargadas de la conducción vertical de las aguas pluviales hasta las arquetas a pie de bajante de la red inferior de pluviales.
- **Colectores:** Encargados del transporte del agua de forma subterránea hasta el pozo de registro final. Estos serán de PVC y se instalarán con una pendiente del 2%. Los colectores poseerán unos diámetros de 90, 110, 125, 160, 200, 250 y 315 mm.

- **Arquetas:** Deben recoger el agua procedente de los colectores, bajantes y derivaciones. En la red de saneamiento existirán 11 arquetas a pie de bajante a cada lado de dimensiones 40 x 40 cm., 50 x 50 cm. y 60 x 60 cm.
La red de aguas pluviales de la zona pavimentada contará con 27 arquetas de dimensiones 40 x 40 cm., 50 x 50 cm., 60 x 60 cm, 60 x 70 cm. y 70 x 80 cm.
- **Pozo de registro:** Constituye el punto de vertido de las aguas pluviales.

9.1.2. Saneamiento aguas fecales

La instalación de saneamiento de aguas fecales estará constituida por los siguientes elementos:

- **Colectores:** Recogen los vertidos procedentes de las arquetas sifónicas y serán de PVC reforzado con pendiente 2%, calculados en función del caudal que recogen. Se emplean colectores de 32, 40, 50 y 100 mm.
- **Arquetas:** Se instalan un total de 10 arquetas sifónicas de dimensiones 40 x 40 cm.
- **Pozo de registro:** Constituye el punto de vertido de las aguas fecales.

9.1.3. Saneamiento de aguas residuales

La instalación de saneamiento de aguas residuales estará constituida por los siguientes elementos:

- **Colectores:** Serán de PVC reforzado con una pendiente del 2% y se calculan en función del caudal que recogen. Para evitar posibles atascos se instalarán todos los colectores de 110 mm de diámetro.
- **Arquetas:** Se instalarán un total de 12 arquetas sumidero-sifónicas de ladrillo de fábrica de dimensiones 50 x 50 cm.
- **Pozo de registro:** Constituye el punto de vertido de las aguas residuales.

9.2. Instalación de fontanería

Para el dimensionado de la instalación de fontanería se ha empleado la normativa correspondiente del código técnico de edificación en su sección HS-4: Suministro de agua.

El suministro de agua a la industria se hará a partir de la red general de abastecimiento del municipio asegurando así que el agua es potable y que tiene las características adecuadas para su uso en una industria agroalimentaria. La red poseerá el caudal y la presión suficiente para satisfacer las necesidades de la industria.

Los principales datos de la instalación de fontanería son los siguientes:

- Caudal instalado: 13,5 l/s.
- Presión disponible en la acometida: 25,00 m.c.a.
- Fluctuación de presión en acometida: 10%.
- Temperatura del agua fría: 20°C.
- Temperatura del agua caliente: 60°C.
- Viscosidad cinemática del agua fría: $1,01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.
- Viscosidad cinemática del agua caliente: $0,478 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

La instalación de fontanería estará compuesta por los siguientes elementos:

- Acometida.
- Contador general.
- Válvulas de corte.
- Válvula general.
- Válvulas de paso.
- Calentador.
- Grifos de agua caliente y agua fría.

La red de abastecimiento estará compuesta por tuberías de PVC y las características y dimensiones de la red de agua caliente y fría, que vendrán determinadas por el caudal y la presión de los aparatos que forman parte de la industria, determinándose con ayuda del software "Cype".

A continuación, se recogen los caudales de los elementos de la instalación:

Tabla 12. Caudales necesarios para cada elemento.

Aparato	Caudal mínima (l/s)
Lavabo	0,10
Ducha	0,20
Inodoro con cisterna	0,10
Fregadero de laboratorio	0,30
Tomas de limpieza	0,20
CIP	2,22
Pasteurizador	1,8
Desaireador	0,2
Depósitos refrigerados	0,5
Agua para mezcla con el concentrado	1,8

Todos los datos de la instalación, los métodos de cálculo empleados y el cálculo de los tramos y las pérdidas de carga y presión están incluidos en el Anejo 7: Instalación de fontanería, y la distribución en planta de las tuberías de agua caliente y fría instaladas en la industria se pueden observar en el plano 10: Instalación de fontanería.

9.3. Instalación de vapor

Para el cálculo de la instalación de vapor se ha seguido la normativa Tecnológica de la Edificación NTE-1GW: Instalaciones de Gas. Vapor.

La instalación de vapor estará diseñada para abastecer las necesidades de vapor de la llenadora aséptica y el equipo de limpieza CIP.

Las necesidades de vapor que requiere cada uno de los equipos son las siguientes:

Tabla 13. Necesidades de vapor por equipo.

Elemento	Vapor Kg/h	Vapor Kg/día
CIP	581,04	1.743,11
Llenadora aséptica	4,5	27

Se mayor las necesidades un 10% para cubrir posibles imprevistos en el equipo CIP por lo que las necesidades horarias serán 640 Kg/h.

Para la producción de vapor se ha elegido un generador de vapor eléctrico horizontal, la aportación calorífica se realiza mediante resistencias eléctricas, transmitiendo la potencia calorífica al agua para la producción de vapor, de manera que el vapor no requiere combustible con capacidades de producción de 15 hasta 650 Kg vapor/h.

Las conducciones de vapor y condensados son de cobre calorifugado y se ha calculado su diámetro en función de la presión y el caudal de vapor que circule por la conducción.

Los resultados y métodos de cálculo utilizados se muestran de forma más detallada en el Anejo 9: Instalación de vapor y la distribución en la planta queda reflejada en el Plano 11: Instalación de vapor.

9.4. Instalación frigorífica

Para el cálculo de la instalación frigorífica se ha empleado la norma básica de edificación NBE-CT-79.

La instalación frigorífica se calcula para un total de 3 cámaras de refrigeración cuyas necesidades de temperatura varían en función del producto.

Los puntos a refrigerar en la industria y las condiciones de cada uno de ellos, serán las siguientes:

- Cámara congelación:
 - o Temperatura: -18°C.
- Cámara deshielo:
 - o Temperatura: 4°C.
- Almacén producto terminado:
 - o Temperatura: 4°C.

El aislamiento de las cámaras de lleva a cabo mediante paneles prefabricados, con aislamiento de poliuretano y una capa de aire constante.

Para la realización de los cálculos se ha tenido en cuenta la superficie que ocupa cada una de estas partes y para el cálculo de las paredes exteriores se ha tomado la pared exterior con la que mayor salto térmico podemos encontrar, ya que, será la pared exterior con mayor espesor.

El refrigerante elegido para la instalación es el amoníaco (R 717) y los equipos seleccionados tienen las siguientes características:

- **Cámara congelación:**

Tabla 14. Características equipo cámara congelación.

Refrigerante	R-717
Alimentación	400 V, trifásica
Frecuencia	50 Hz
Potencia frigorífica	9.100 W
Compresor CV	7,5 SH
Potencia máx. absorbida	8,70 KW
Caudal evaporador	7.900 m ³ /h
Caudal condensador	7.400 m ³ /h
Volumen cámara adecuado	260 m ³
Desescarche	Gas caliente

- **Cámara producto terminado y deshielo:**

Tabla 15. Características equipo cámara producto terminado y deshielo.

Refrigerante	R-717
Alimentación	400 V, trifásica
Frecuencia	50 Hz
Potencia frigorífica	21,9 KW
Compresor CV	15 SH
Potencia máx. absorbida	19,32 KW
Caudal evaporador	25.100 m ³ /h
Caudal condensador	14.600 m ³ /h
Desescarche	Gas caliente

Los cálculos y detalles de la instalación frigorífica se encuentran detallados en el Anejo 10: Instalación frigorífica y en el plano 12: Instalación frigorífica.

9.5. Instalación aire comprimido

La instalación de aire comprimido, se ha dimensionado, de acuerdo al R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

La instalación de neumática estará diseñada para abastecer las necesidades de aire comprimido de la llenadora aséptica y de la paletizadora.

Las necesidades de aire comprimido en los equipos son las siguientes:

Tabla 16. Necesidades aire comprimido por equipos.

Equipo	Necesidades (m ³ /min)
Llenadora aséptica	0,6
Paletizadora	0,3
TOTAL	0,9

Se mayorar un 10% para cubrir posibles fugas, por lo que, finalmente las necesidades de aire comprimido son de 1m³/min.

Finalmente, se ha seleccionado un equipo que cuenta con dos compresores instalados sobre un depósito de presión, capaz de suministrar el aire comprimido necesario con las siguientes características:

- Volumen de aspiración: 2x840 l/min = 1.680 l/min.
- Caudal efectivo a 8 bar: 2x544 l/min = 1.088 l/min.
- Potencia motor: 2x4 kW= 8 kW.
- Número cilindros: 2x2 = 4.
- Volumen depósito a presión: 350 litros.

Las canalizaciones tendrán una pendiente descendente en el sentido del flujo del aire comprimido del 0,5% para permitir la evacuación del agua condensada que perjudica el correcto funcionamiento de la instalación, obteniendo unos diámetros de tuberías en función del caudal y la velocidad de circulación del aire.

Tabla 17. Características por tramo en las tuberías de aire comprimido.

Tramo	Caudal (m ³ /min)	Caudal (m ³ /h)	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)
Compresor-1	0,99	59,4	7	3,29
1-Llenadora aséptica	0,66	39,6	15	1,83
1-Paletizadora	0,33	19,8	15	1,30

Los cálculos y detalles de la instalación de aire comprimido se encuentran detallados en el Anejo 11: Instalación de aire comprimido y en el plano 13: Instalación neumática.

9.6. Instalación contra incendios

La instalación contra incendios se desarrollará en base al R.D. 2.267/2.004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Según la normativa el establecimiento industrial es de tipo C y el nivel de riesgo intrínseco de la industria es bajo (Nivel 2).

La nave se encuentra dividida en dos sectores de incendio que son los siguientes:

- **Sector de incendio 1:** Zona de producción y dependencias para el personal de la industria.
- **Sector de incendio 2:** Zona de almacenamiento.

Se colocarán señales indicativas de salida desde todo origen de evacuación hasta el punto que sea visible la salida.

Se emplearán 7 extintores portátiles de polvo ABC (polivalente) en todo el establecimiento industrial ya que son los más indicados para apagar fuegos provocados por sólidos y líquidos.

Además, se colocarán extintores de CO₂ para cubrir posibles incendios de tipo eléctrico junto a cada uno de los cuadros eléctricos de la industria.

Todos los cálculos y detalles relativos a la instalación de protección contra incendios, se encuentra detallada en el Anejo 13: Instalación contra incendios y en el Plano 14: Instalación contra incendios.

9.7. Instalación eléctrica

El cálculo de la instalación eléctrica tiene por objetivos:

- Cálculo de la instalación de alumbrado: se debe determinar la clase, tipo y número de luminarias, además de su distribución tanto de alumbrado interior como exterior.
- Cálculo de las necesidades de fuerza cubriendo las necesidades de la maquinaria e instalaciones proyectadas.

Para ello se sigue lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 742/2.002) Se modifica con efectos de 30 de junio de 2015, las ITC BT-02, BT-04, BT-05, BT-10, BT-16 y BT-25, y se añade la BT-52, por Real Decreto 1053/2.014, de 12 de diciembre (Ref. BOE-A-2014-13681).

Desde la línea de suministro principal del polígono se instalará una línea de acometida hasta el aparato de medida, que estará colocado en su cuadro correspondiente en la fachada principal y se canalizarán mediante Tubo de PVC tipo decaplast corrugado exterior liso, con el diámetro interior mínimo de 110 mm, protegiendo la subida con tubo de acero rígido mínimo M-63 hasta el cuadro de baja tensión, situado según planos, practicando un corte general formado por magnetotérmico de características adecuadas a la potencia instalada, se incluirá una caja adecuada para acoplar ICP, el cual instalará la empresa suministradora, desde el cuadro general de baja tensión, parten líneas individuales a cada uno de los receptores y otros servicios cuyo esquema unifilar queda perfectamente definido en el documento planos. Desde estos cuadros se alimentarán a los receptores, protegiendo siempre todas las líneas con magnetotérmicos de intensidad adecuada y diferenciales perfectamente coordinados.

La iluminación de la industria se realiza mediante lámparas led, distinguiendo los diferentes tipos en función de las necesidades de cada área.

Para el cálculo de las necesidades de fuerza, se ha sumado la potencia necesaria de cada uno de los equipos e instalaciones proyectadas en la industria, obteniendo así la potencia necesaria en el circuito de fuerza.

Considerando la potencia instalada como la suma de los consumos de todos los receptores de la instalación, asciende a 101,46 kW, desglosándose este consumo de la siguiente manera:

- Alumbrado: 13,31 kW
- Fuerza: 88,15 kW
- **Total: 101,46 kW**

Esta potencia es aplicable principalmente a efectos de cálculos de los elementos de protección y líneas de instalación.

Aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0,80 obtenemos:

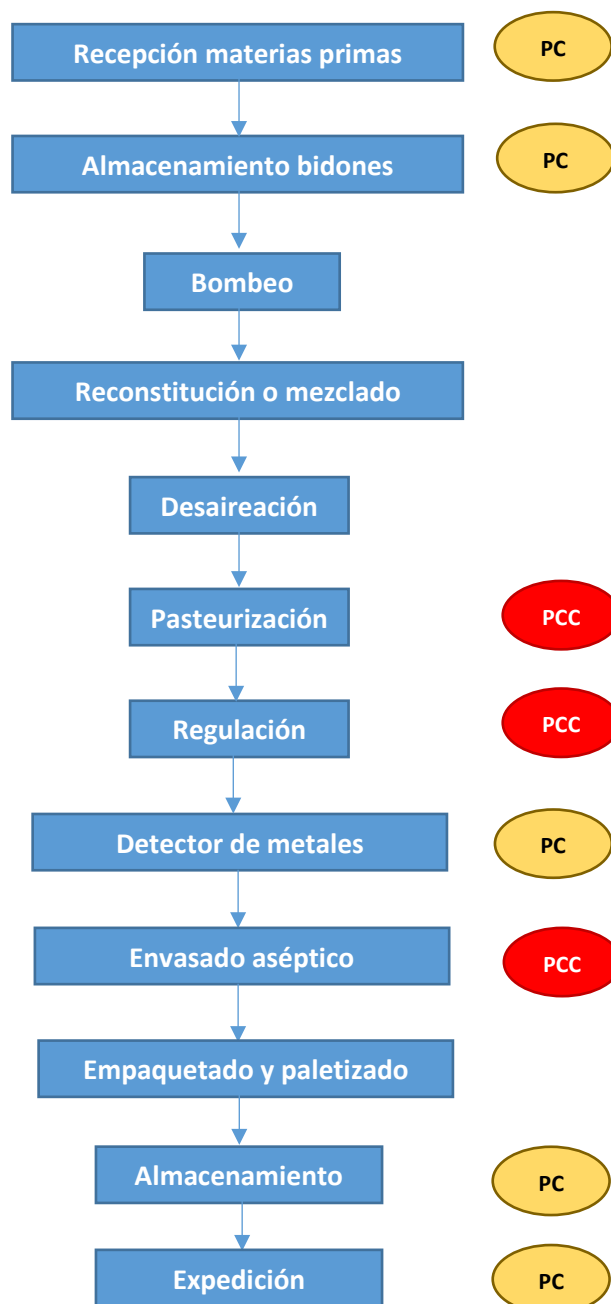
$$101,46 \text{ kW} \times 0,80 = 81,16 \text{ kW}$$

El cálculo de la instalación de alumbrado y de fuerza se encuentra detallado en el Anejo 8: Instalación eléctrica y la distribución de las luminarias y las diferentes líneas de alumbrado y fuerza en los siguientes planos: Plano 15: Instalación eléctrica. Fuerza, Plano 16: Instalación eléctrica. Alumbrado y el esquema unifilar en los planos: Plano 17: Esquema unifilar 1 y Plano 18: Esquema unifilar 2.

10. Control de calidad

El control de calidad comienza con la adquisición de las materias primas y material de envasado, continuando durante la etapa de fabricación hasta que el producto es consumido.

El método utilizado para el control de la seguridad y calidad de este tipo de productos es el Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC) ya que se considera que es el más eficiente para las empresas alimentarias, explicado en mayor detalle en el Anejo 4: Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC).



Se realizarán los siguientes controles de calidad a cada uno de los productos recepcionados:

- **Zumo concentrado:**
 - **Control visual:** Se comprobará el correcto estado de los bidones y se comprobará la sonda de temperatura que acompaña a los bidones comprobando que no se haya perdido la cadena de frío.
 - **Control físico-químico:** Se comprobarán que cada uno de los siguientes parámetros se encuentren dentro de su rango correcto en función del tipo de zumo concentrado:
 - Grados Brix.
 - pH.
 - Determinación concentración total de ácidos.
 - Relación °Brix/ácido.
 - **Control microbiológico:**
 - Recuento mesófilos.
 - Recuento E. Coli.
 - Recuento mohos y levaduras.
- **Agua:** el agua debe cumplir los criterios sanitarios para agua de consumo, determinándose las siguientes propiedades que deben encontrarse dentro de los límites:
 - **Control propiedades organolépticas:** color, turbidez, olor y sabor.
 - **Control físico-químico:** Temperatura, pH, cloruros, sulfatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, aluminio y residuos seco.
 - **Componentes no deseables:** Nitrato, nitrito, amonio, hierro, manganeso, cobre, materia en suspensión, fenoles, detergentes y zinc.
 - **Componentes tóxicos:** Arsénico, cadmio, cianuro, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo, antimonio, selenio.
 - **Caracteres microbiológicos:** coliformes totales, coliformes, *Streptococcus fecales*, *Clostridium sulfitorreductores*.

Para la reconstitución de los zumos además de cumplir los límites establecidos en el R.D. 140/2003, deberá encontrarse dentro de los siguientes límites:

- **Aspecto y sabor:** aspecto incoloro y esta no debe tener sabor.
- **pH:** rango de 6,5 a 8,5, siendo este el rango normal del agua superficial
- próximo al pH neutro.
- **Sólidos totales disueltos:** se debe secar el agua a 180°C debiendo presentar un resultado inferior a 500 mg/l para ser apta para la reconstitución de un zumo.
- **Dureza total:** El agua en La Rioja es dura, por ello es necesario realizar un tratamiento de intercambio iónico para poder obtener agua blanda o

moderadamente blanda ya que el agua dura da mayores problemas en la industria, obteniendo como mínimo aguas ablandadas de 150 mg/l CaCO_3 .

- Sustancias nitrogenadas: para que sea apta para reconstituir los zumos concentrados se exige ausencia de estas sustancias, ya que son un producto apto para toda la población.
- Contenido en materia orgánica: valor inferior a 1 mg O_2 /l y 2 mg/l de carbono, medido por la cantidad de dióxido de carbono generado al oxidar la materia orgánica.
- Microorganismos: exenta de parásitos y microorganismos patógenos, *Escherichia coli* y otros coliformes, y de *estreptococos* fecales, anaerobios sulfito reductores esporulados y *Pseudomonas aeruginosa*.

Además, se debe realizar un examen organoléptico y un control de cloro libre residual con una frecuencia semanal, y en la industria se tomarán muestras del agua tratada 1 analizando que se cumplen los requisitos exigidos.

- Aditivos y materiales auxiliares: control visual a la recepción comprobando estado y una vez almacenado no se dejará en contacto directo con el suelo.

10.1. Control durante el proceso

Durante diferentes etapas, se realizarán los siguientes controles:

- Mezcla: Determinación correcta mezcla y grados brix del zumo reconstituido mediante refractómetro, y densidad mediante densímetro en cada uno de los zumos.
- Pasteurización: Control del tiempo y temperatura de forma automatizada saltando una alerta en caso de no cumplirse y control manual mediante registro. Además, se analizará el producto microbiológicamente.
- Depósito regulador: Control de la temperatura, ya que no debe perderse la cadena de frío. De forma automatizada con alerta en caso de no cumplirse y control manual mediante registro.
- Detección de metales: Al detectar un metal se abre automáticamente una válvula de escape eliminando esa parte del zumo.
- Envasado: Control visual correcto estado, control de cierres y correcta entrada de vapor y H_2O_2 para la desinfección, además de un control de pesado y control microbiológico de cada lote.

10.2. Control producto terminado

Se realizarán controles a cada uno de los lotes de los siguientes aspectos:

- Dilución °Brix.
- Contenido en ácido.
- Color.
- Defectos.
- Gusto.
- Apariencia.

Si todos los parámetros se encuentran dentro de los rangos y una vez sometido al tratamiento térmico de pasteurización, se mantiene la cadena de frío, este producto tendrá una vida útil de 3 meses.

11. Gestión de residuos

Los residuos sólidos que se generan son casi asimilables a los urbanos (envases de plástico, cajas de cartón, papel secamanos, etc), por lo que se generan como tal, y por otro lado se generan residuos líquidos provenientes del agua de limpieza.

En la industria se generan los siguientes tipos de residuos:

11.1. Residuos sólidos

Envases donde vienen embalados los aditivos, los materiales auxiliares depositados en contenedores de basura dentro de la industria para cada tipo de residuos, bien identificados y recogidos de forma selectiva (papel, plástico, basura general), de cierre hermético y evacuados diariamente.

Estos residuos serán depositados en sus correspondientes contenedores de recogida municipal.

11.2. Aguas residuales

Las aguas residuales que se generan provienen de la limpieza de los equipos, sala de producción, fugas, derrames y de la limpieza del equipo CIP. Los vertidos del equipo CIP contendrán restos de sosa y materia orgánica pero la cantidad de estos será baja por lo que podrán ser vertidos a la red para su tratamiento en la depuradora del polígono.

11.3. Residuos tóxicos y peligrosos

Determinados tipos de fluidos de refrigeración y residuos de laboratorio, que serán entregados a un Gestor de Residuos legalmente reconocido para que se encargue de su eliminación.

11.4. Otros residuos

Los bidones se les volverá a colocar la tapa y serán almacenados en el almacén de desperdicios, de tal forma, que cuando se recepcionan nuevos bidones, se devuelven los ya vacíos al proveedor de zumos concentrados para su gestión y posterior reutilización.

12. Presupuesto

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	Movimiento de tierras	13.701,12	1,37
02	Cimentación.....	124.946,09	12,49
03	Saneamiento.....	10.169,21	1,02
04	Estructura metálica.....	181.366,39	18,14
05	Cubierta.....	48.550,19	4,86
06	Solera, Cerramientos y tabiques	162.258,29	16,23
07	Ins. Fontanería.....	5.072,16	0,51
08	Ins. Vapor.....	7.855,30	0,79
09	Ins. Frigoríficas	89.112,69	8,91
10	Ins. Neumática.....	10.638,50	1,06
11	Ins. Eléctrica.....	34.805,23	3,48
12	Ins. Contra Incendios.....	5.344,41	0,53
13	Maquinaria.....	194.194,35	19,42
14	Mobiliario	6.906,00	0,69
15	Carpintería.....	3.601,55	0,36
16	Urbanización.....	72.327,71	7,23
17	Estudio de Seguridad y Salud	29.126,50	2,91
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		999.975,69	
13,00	% Gastos generales.....	129.996,84	
6,00	% Beneficio industrial....	59.998,54	
Suma.....		189.995,38	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		1.189.971,07	
21%	IVA	249.893,92	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		1.439.864,99	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN MILLÓN CUATROCIENTOS TREINTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

La inversión incluye: la maquinaria, las instalaciones, la obra civil y la urbanización. El desglose del presupuesto se muestra a continuación:

- Presupuesto de ejecución material (PEM): 999.975,69 €.
- Gastos generales (13%): 129.996,84 €.
- Beneficio industrial (6%): 59.998,54 €.
- Presupuesto de ejecución material antes de impuestos: 1.189.971,07 €.
- I.V.A. (21%): 249.893,92 €.
- **Presupuesto de ejecución por contrata (PEC): 1.439.864,99 €. (Un millón cuatrocientos treinta y nueve mil ochocientos sesenta y cuatro con noventa y nueve céntimos).**

13. Evaluación económica

Se considera que la obra civil e instalaciones poseerán una vida útil de 30 años, mientras que la maquinaria deberá renovarse cada 15 años.

El capital de inversión será de 1.189.971,07 €, más la parcela propia valorada en 350.000 € por lo que el capital de inversión será 1.539.971,07 € y no habrá financiación.

Del análisis de rentabilidad efectuado se desprenden los siguientes resultados teniendo en cuenta que el tipo de interés bancario es del 5%:

Tabla 18. Resultados análisis rentabilidad.

Inversión inicial	1.539.971,07 €
VAN	3.300.932,41
TIR	18,10%
Pay-Back	5 años y 249 días.
Beneficio/Inversión	2,14

Según los distintos criterios de valoración el proyecto de inversión para la implementación de una planta de elaboración de zumo a partir de concentrado es totalmente factible y se considera rentable.

Además, se analizó como se puede soportar una subida del 10% de la materia prima o una disminución del 5% de las ventas.

14. Conclusión

De acuerdo con lo expuesto en la memoria, los anejos a la memoria, los planos, el pliego de condiciones y el presupuesto, la alumna del grado en Ingeniería Agrícola abajo firmante da por finalizado el presente proyecto titulado *“Planta elaboradora de zumos de naranja, granada y manzana a partir de concentrado.”*

Logroño, Junio de 2017

La alumna del grado en Ingeniería Agrícola

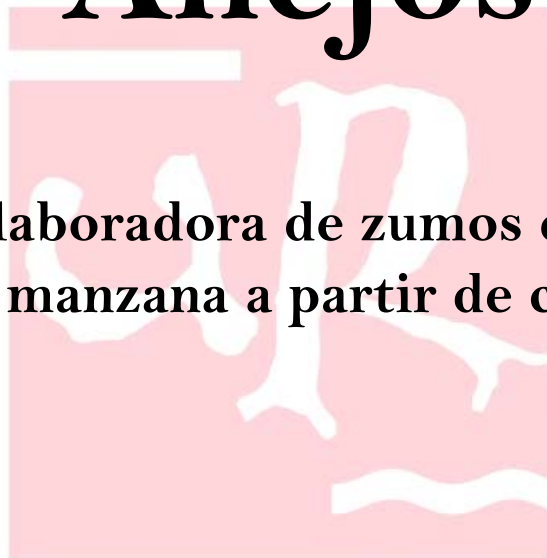
Fdo: Joana González Millán

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejos

**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**



ÍNDICE ANEJOS

Anejo N°1: Estudio medio físico.

Anejo N°2: Proceso productivo.

Anejo N°3: Control de calidad.

Anejo N°4: Análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC)

Anejo N°5: Obra civil.

Anejo N°6: Instalación de saneamiento.

Anejo N°7: Instalación de fontanería.

Anejo N°8: Instalación eléctrica.

Anejo N°9: Instalación de vapor.

Anejo N°10: Instalación frigorífica.

Anejo N°11: Instalación aire comprimido.

Anejo N°12: Vertidos y residuos.

Anejo N°13: Instalación contra incendios.

Anejo N°14: Evaluación económica.

Anejo N°15: Estudio de seguridad y salud.

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 1. Estudio medio físico

**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1.	Estudio climático	2
1.1.	Situación y emplazamiento	2
1.2.	Observaciones termométricas	2
1.3.	Observaciones pluviométricas	3
1.4.	Características de los vientos dominantes.....	3
1.5.	Humedad relativa.....	4
1.6.	Clasificación del clima	4
2.	Estudio hidrológico.....	6
2.1.	Suministro de agua.....	6
3.	Estudio suelo	7
3.1.	Estudio geotécnico	7
3.2.	Estudio geológico	8
4.	Infraestructura exterior.....	10
4.1.	Vías de comunicación.....	10
4.2.	Instalaciones de la parcela	12
5.	Situación urbanística	12
5.1.	Situación y emplazamiento	12
5.2.	Condiciones de edificación.....	13

1. Estudio climático

1.1. Situación y emplazamiento

La planta de elaboración de zumo se sitúa en el polígono industrial de Cantabria II de Logroño en la Comunidad Autónoma de La Rioja, ubicada en la parcela número M25-P2.

La estación meteorológica de Logroño se sitúa a una altitud de 408 metros con las coordenadas UTM 543.408/4.700.460.

1.2. Observaciones termométricas

En la siguiente tabla (Tabla 1) vienen resumidos los datos de las temperaturas de los últimos diez años (2006-2016):

Tabla 1. Temperaturas últimos 10 años.

Meses	TEMPERATURAS MEDIAS			Extremas	
	MEDIAS (°C)	MAXIMAS (°C)	MÍNIMAS (°C)	MÁXIMA (°C)	MÍNIMA (°C)
Enero	5,83	9,36	2,55	15,95	-3,19
Febrero	6,19	10,36	2,51	17,92	-1,90
Marzo	8,95	14,06	4,56	22,40	-0,08
Abril	11,90	17,48	7,11	25,52	2,34
Mayo	15,06	21,10	9,79	29,21	4,31
Junio	19,04	25,75	13,35	33,53	8,78
Julio	21,61	29,11	15,45	36,03	11,21
Agosto	21,38	28,62	15,33	35,81	10,33
Septiembre	18,52	25,03	13,09	32,12	7,43
Octubre	14,35	19,82	9,76	27,40	2,95
Noviembre	9,23	12,85	6,00	19,95	-0,22
Diciembre	5,54	8,88	2,46	15,80	-3,39

Se observa que las temperaturas medias mensuales alcanzan su mínimo en invierno y el máximo en verano como en todas las regiones templadas. Los valores medios más bajos se alcanzan diciembre, enero y febrero; y los más altos en junio, julio y agosto.

El mínimo absoluto se da en diciembre (-3,39°C) y el máximo absoluto en julio (36,03°C).

1.3. Observaciones pluviométricas

En la siguiente tabla (Tabla 2) vienen resumidos los datos pluviométricos de los últimos diez años (2006-2016):

Tabla 2. Precipitaciones últimos 10 años

	Precipitaciones medias (mm)	Precipitaciones máximas (mm)
Enero	38,8	81,2
Febrero	44,02	99,6
Marzo	53,88	97
Abril	43,06	73,5
Mayo	49,35	196,9
Junio	53,19	110,7
Julio	23,7	45
Agosto	10,07	25,7
Septiembre	25,74	56
Octubre	35,14	73,1
Noviembre	54,24	99,8
Diciembre	28,74	76,8

El periodo más lluvioso se da en los meses de mayo, junio y noviembre, siendo el mes con mayor precipitación media noviembre, seguido de marzo y con menores precipitaciones en julio y agosto.

1.4. Características de los vientos dominantes

En el siguiente cuadro viene resumido los datos de velocidad media de los vientos dominantes de los últimos diez años (2006-2016):

Tabla 3. Vientos dominantes últimos 10 años

	Media (m/s)	Media (Km/h)
Enero	2,72	9,80
Febrero	2,92	10,46
Marzo	2,94	10,58
Abril	2,53	9,13
Mayo	2,51	8,98
Junio	2,37	8,55
Julio	2,33	8,44
Agosto	2,29	8,28
Septiembre	2,06	7,45
Octubre	1,95	7,05
Noviembre	2,47	8,89
Diciembre	2,49	8,94

A partir de los datos de la tabla se puede decir que los vientos a los que está sometido el municipio de Logroño son de baja intensidad durante todo el año.

El viento dominante por excelencia en el valle del Ebro es el cierzo de componente NNW procedente del nornoroeste, y el llamado bochorno procedente del ESE. El cierzo es un viento frío que da lugar a fuertes descensos de las temperaturas y el bochorno es un viento cálido y húmedo.

1.5. Humedad relativa

En el siguiente cuadro vienen resumiendo los datos de la humedad relativa de los últimos diez años (2006-2016):

Tabla 4. Humedad relativa 10 años

	Humedad relativa (%)
Enero	79,3
Febrero	74,1
Marzo	69,1
Abril	67,5
Mayo	65,5
Junio	61,8
Julio	58,3
Agosto	57,4
Septiembre	63,6
Octubre	71,7
Noviembre	78,8
Diciembre	81,9

Como podemos observar los meses con mayor humedad relativa en el aire son los meses de otoño - invierno, mientras que, por lo contrario, en primavera-verano son los meses con menor humedad relativa.

1.6. Clasificación del clima

Durante la mayor parte del año nuestra región está expuesta a mecanismos propios del área templada (desde octubre hasta mayo), con masas de aire polar y perturbaciones asociadas al Frente Polar. A medida que se acerca el verano disminuye este fenómeno y comienzan a dominar las masas de aire cálido y las células anticiclónicas de las regiones subtropicales, concretamente el anticiclón de las Azores.

La temperatura media del año es de 13,13°C, siendo diciembre el mes más frío con temperaturas medias de 5,54°C y el más caluroso julio con 21,61°C de media.

Recoge 459,93 mm de precipitación total anual media, siendo el mes más lluvioso mayo con 196,9mm.

Isoyetas precipitaciones La Rioja

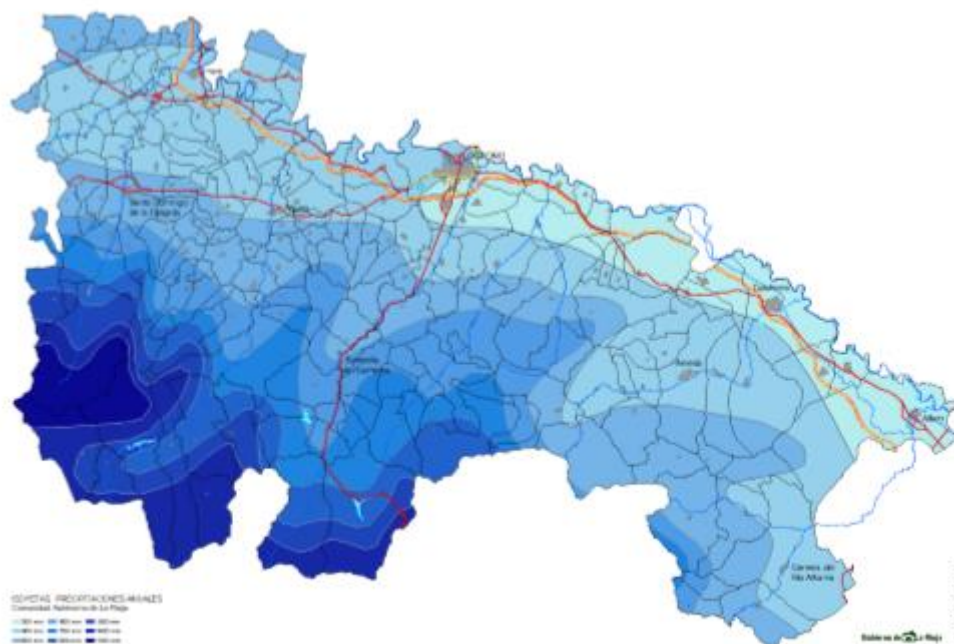


Imagen 1. Isoyetas precipitaciones

Temperatura media anual en La Rioja

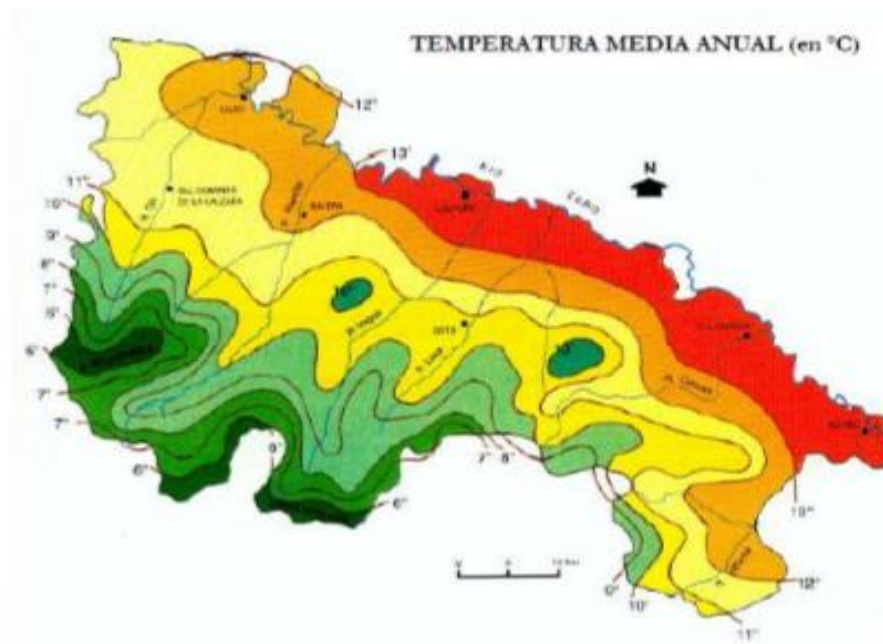


Imagen 2. Temperatura media anual

2. Estudio hidrológico

2.1. Suministro de agua

El suministro de agua potable, se hará a partir de la red general de agua del polígono Cantabria II a través de una sola acometida para la instalación de agua fría y para la instalación contraincendios.

El Ayuntamiento de Logroño deberá asegurar la potabilidad del agua y la disponibilidad.

A efectos de la normativa vigente, el agua de consumo humano será salubre y limpia, no contendrá ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana y que cumpla con los requisitos analíticos establecidos.

El agua suministrada debe cumplir los requisitos organolépticos, físico-químicos y de potabilidad reflejada en el **R.D. 140/2003 de 7 de febrero**, pudiendo garantizar que el agua es buena para el consumo humano.

Se debe realizar análisis del agua que llega a la industria de forma periódica.

- **Control propiedades organolépticas**

Tabla 5. Características organolépticas

	Método de análisis	Concentración máxima	Unidad de medida
Color	Fotometría	15	Escala Pt/Co
Turbidez	Formacina	5	UNF
Olor	Dilución	3 a 25°C	Índice de dilución
Sabor	Dilución	3 a 25°C	Índice de dilución

- **Control físico-químico**

Tabla 6. Características físico-químicas

	Método de análisis	Concentración máxima	Unidad de medida
Temperatura	Termometría	25	°C
pH	Electrometría	9,5	Unidades de pH
Cloruros	Morh	250	mg/l Cl
Sulfatos	Complexometría	250	mg/l SO ₄
Calcio	Complexometría	-	mg/l Ca
Magnesio	Complexometría	50	mg/l Mg
Sodio	Fotometría	200	mg/l Na
Potasio	Fotometría	12	mg/l K
Aluminio	Espectrofotometría	200	µg/l Al
Residuo seco	Gravimétrico	1.500	mg/l después de secado a 180°C

- **Caracteres microbiológicos**

Tabla 7. Características microbiológicas

Parámetros	C. máx. admisible	Método tubos múltiples (NMP)
Coliformes totales	0*	NMP < 1
Coliformes	0	NMP < 1
<i>Streptococos fecales</i>	0	NMP < 1
<i>Clostridium sulfitorreductores</i>	-	NMP < 1

* Este valor puede ser rebasado en 5 de cada 100 muestras, siempre que ninguna muestra contenga más de 10 bacterias coliformes por 100 ml de agua y que en ningún caso se encuentren bacterias coliformes en 100 ml de agua en dos muestras consecutivas.

Además, no podrán contener gérmenes patógenos, en particular:

- Salmonellas.
- Estafilococos patógenos.
- Bacteriófagos fecales.
- Enterovirus.

Por otro lado, no deberán contener:

- Ni organismos parásitos.
- Ni algas.

3. Estudio suelo

3.1. Estudio geotécnico

Según el mapa geotécnico general de Logroño, del instituto geológico y minero de España, a escala 1/200.000, podemos observar como la parcela presenta condiciones constructivas aceptables.

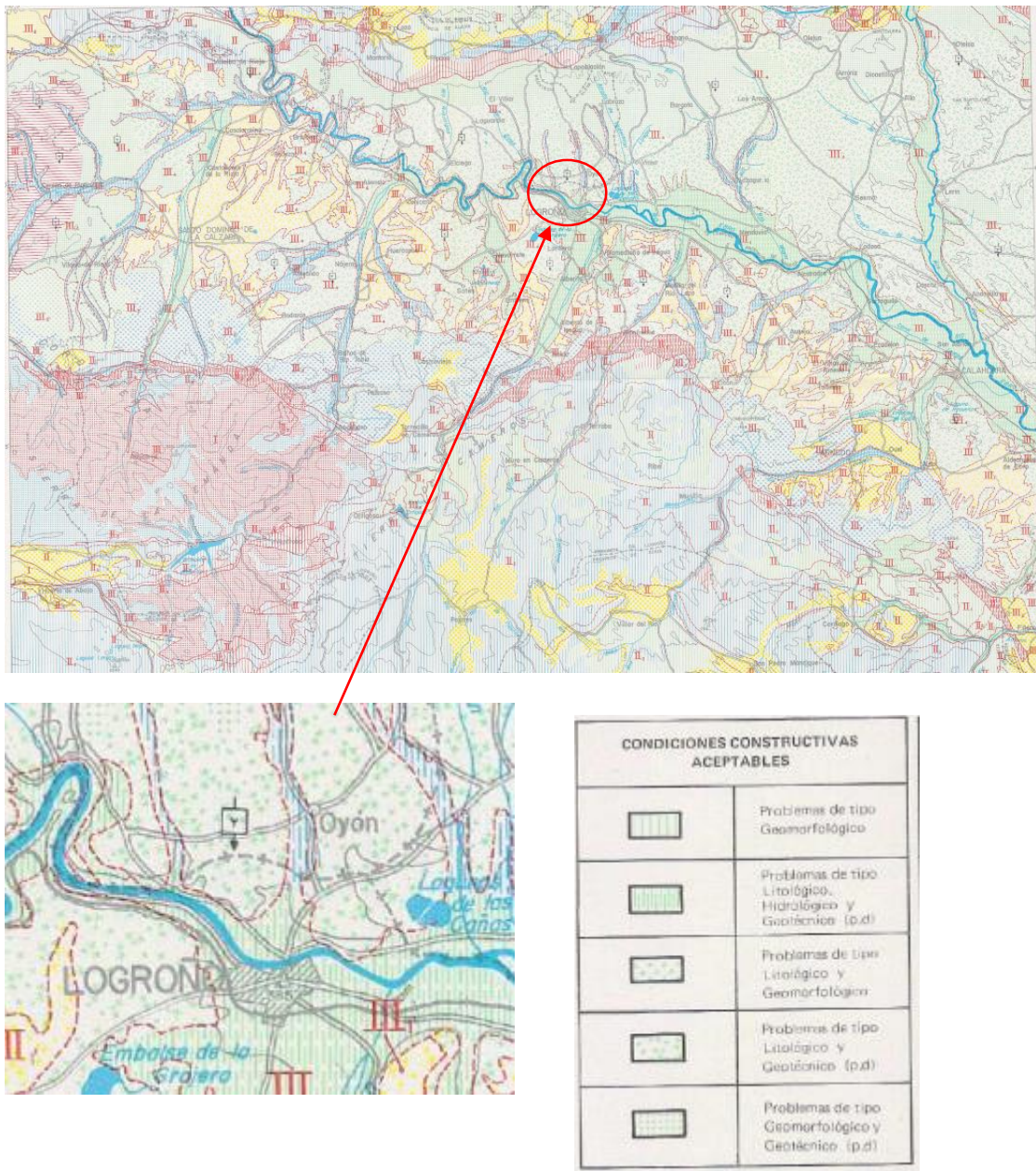
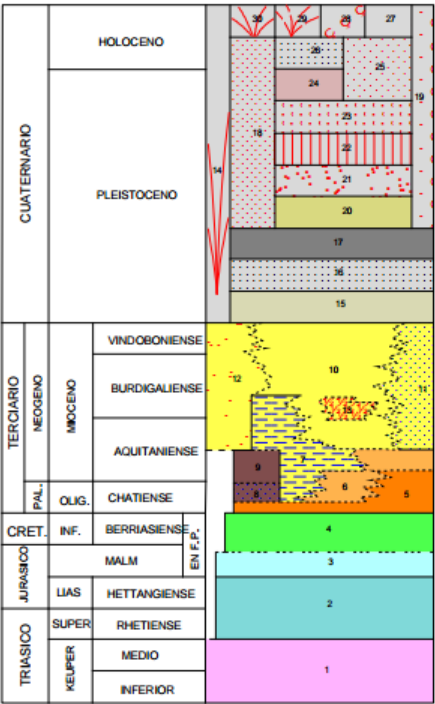
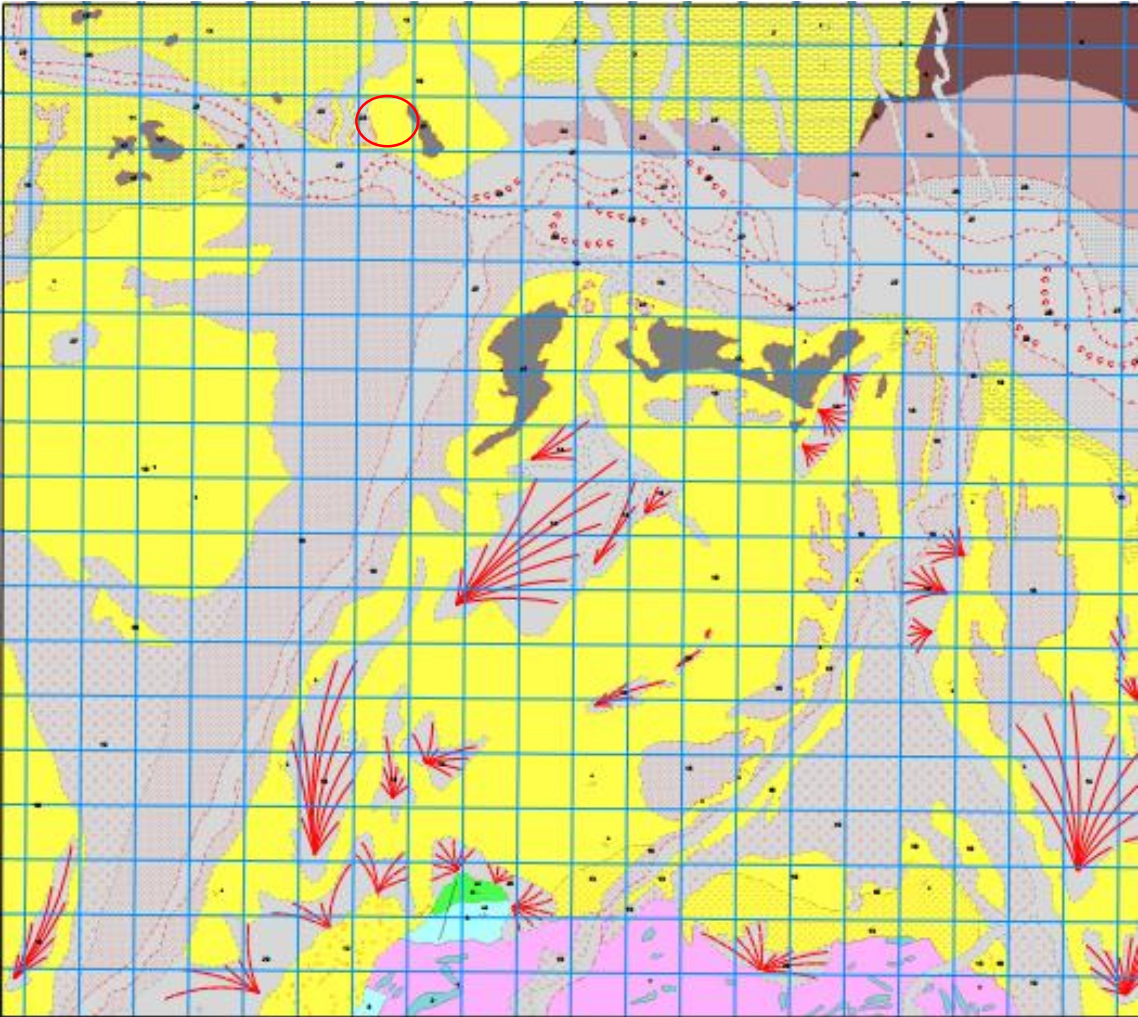


Imagen 3. Mapa geotécnico La Rioja.

3.2. Estudio geológico

En cuanto a los materiales que componen el suelo, según el mapa geológico de España a escala 1:50.000, podemos decir se encuentra del grupo terciario, neógeno, mioceno y que son arcillas, limos y areniscas rojas.



- 30 Cono de deyección
- 29 Derrubios de ladera
- 28 Meandro abandonado
- 27 Terrazas de inundación y fondo aluvial
- 26 Terraza 9: gravas, arenas, limos y arcillas
- 25 Terraza 8-9: gravas, arenas, limos, arcillas con cantos aislados de caliche y materia orgánica
- 24 Terraza 8: gravas y glaciés más o menos cementadas con niveles de caliche y materia orgánica. Pasan a glaciés
- 23 Terraza 7: gravas sueltas con escasa matriz arenosa
- 22 Terraza 6: gravas sueltas, arenas y limos
- 21 Terraza 5: gravas sueltas con abundante matriz arenosa
- 20 Terraza 4: gravas poco consolidadas con matriz arenosa
- 19 Cuaternario indiferenciado (terrazas y glaciés)
- 18 Terrazas suspendidas de los ríos Iregua, Leza, Jubería y Mayor: gravas más o menos consolidadas, arenas, limos y arcillas, a veces costras de caliche y materia orgánica
- 17 Terraza 3: gravas consolidadas con costra de caliche
- 16 Terraza 2: gravas consolidadas de gran tamaño (bloques) con costra de caliche
- 15 Terraza 1: gravas muy consolidadas con costra de caliche
- 14 Glaciés. Gravas más o menos consolidadas, arenas, limos y arcillas
- 13 Yesos, arcillas y areniscas yesíferas
- 12 Conglomerados
- 11 Arcillas y limos pardo amarillentos en alternancia con areniscas y calizas arenosas en finas capas
- 10 Arcillas, limos y areniscas rojas (paleocanales)
- 9 Yeso blanco sacaróideo y yeso terroso con alguna intercalación arcillosa
- 8 Arcillas rojas con bancos de yesos intercalados y delgadas capas de arenisca
- 7 Arcillas rojas con delgadas capas de caliza arcillosa más o menos arenosa
- 6 Arcillas rojas con bancos de yeso
- 5 Yesos y arcillas limosas
- 4 Calizas grises
- 3 Conglomerados, cuarzoarenitas y limolitas rojas
- 2 Calizas dolomíticas, calizas y dolomías. Camiolas
- 1 Arcillas abigarradas y yesos

Imagen 4. Mapa geológico La Rioja.

La parcela se ubicará en suelo clasificado como urbano de uso industrial. Con los datos aportados se llega a la conclusión de que los factores geológicos no impiden la realización de la industria en el polígono.

4. Infraestructura exterior

4.1. Vías de comunicación

Se llega a Logroño por la N-111 y se coge la carretera LO-20 con dirección hacia la A-13, una vez en la A-13, tomaremos la salida 4 hacia el polígono industrial Cantabria (norte), en ella tomaremos la primera salida a la derecha y una vez en la rotonda segunda salida a la hacia la calle Cueva Rasa, llegando de tal forma a la parcela.



Imagen 5. Localización parcela.



Imagen 6. Ruta carreteras hasta la parcela por Logroño.

4.2. Instalaciones de la parcela

La parcela dispone de acometida a la red municipal de distribución de agua potable y de energía eléctrica, la red municipal de alcantarillado, red telefónica y fax y también instalación de gas natural.

Todas las instalaciones se encuentran a pie de la parcela.

5. Situación urbanística

5.1. Situación y emplazamiento

La planta de elaboración de zumos a partir de concentrado se ubicará en la parcela M25-P2 de la paralela la Ctra. De Circunvalación del Polígono Industrial de Cantabria II del municipio de Logroño, en la Comunidad Autónoma de La Rioja.

La parcela posee una superficie de 5.425m².

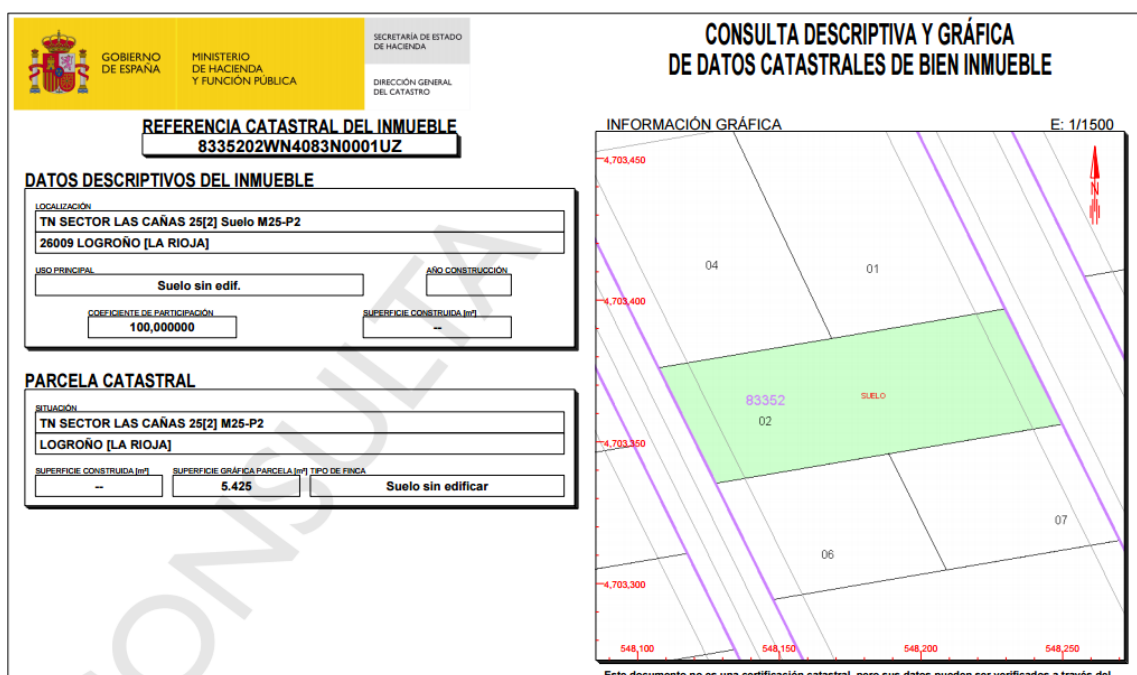


Imagen 7. Referencia catastral de la parcela.

5.2. Condiciones de edificación

- Edificabilidad máxima: $0,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$
- Ocupación máxima: 80%
- Retranqueos mínimos: 10 m al frente y 5 m al fondo.
- Altura máxima: 11 m.
- Parcela mínima: 1.500 m^2
- Aparcamiento mínimo en el interior de la parcela: 1 plaza/ 125 m^2
- Vallado parcela: obligatorio, de acuerdo a la Normativa del PGM de Logroño.
- Mínima y obligatoria superficie ajardinada y arbolada en interior de la parcela: mínimo el retranqueo frontal, siendo compatible con aparcamiento, sin desaparecer, como mínimo, el arbolado.

Información obtenida de la Ordenanza de Planes Parciales y Especiales y Normas Complementarias del Ayuntamiento de Logroño del 7 de octubre de 1993 con fecha de actualización 20 de noviembre de 2015.

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 2. Proceso productivo

Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.

Índice

1.	Estudio materias primas, aditivos y materiales auxiliares	2
1.1.	Productos a elaborar	2
1.2.	Descripción materias primas	3
1.3.	Destino, público objetivo y formato productos finales.....	7
2.	Descripción técnica proceso productivo	8
2.1.	Diagrama flujo proceso productivo.....	8
2.2.	Diagrama de flujo de los equipos.....	9
2.3.	Descripción técnica de las operaciones	10
2.4.	Balance de materias primas y aditivos.....	15
2.5.	Diagrama cuantitativo	18
2.6.	Programa productivo	21
2.7.	Características técnicas de la maquinaria de proceso	23
2.7.1.	Maquinaria de proceso	23
2.7.2.	Maquinaria auxiliar	34
3.	Mano de obra.....	38
3.1.	Árbol jerárquico.....	39

1. Estudio materias primas, aditivos y materiales auxiliares

1.1. Productos a elaborar

La industria tiene por objeto la producción de zumo de frutas a partir de concentrado. Por zumo concentrado se entiende el producto que se ajusta a líquidos sin fermentar, pero fermentables, que se obtienen de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarius, a los que se les ha eliminado físicamente el agua en una cantidad suficiente para elevar el nivel de grados Brix al menos en un 50% más que el valor Brix establecido para el zumo reconstituido de la misma fruta.

Los diferentes zumos a elaborar son:

- Zumo de manzana.
- Zumo de naranja.
- Zumo de granada.

Con el incremento del comercio internacional de alimentos se impuso la concentración de frutas para su fácil manejo y reducción de los costes de transporte, siendo uno de los motivos por los que se emplea este tipo de producto.

La concentración por evaporación de los zumos tiene varias funciones beneficiosas:

- Protege el producto contra el deterioro microbiano.
- Prolonga la vida útil de conservación gracias a la reducción de la actividad de agua.
- Reduce las necesidades de espacio para el almacenamiento.
- Reduce los gastos de transporte del producto.

Los zumos concentrados, al ser reconstituidos, deberán ser llevados hasta los siguientes grados brix:

- Zumo de manzana a partir de concentrado: 11,2º brix.
- Zumo de naranja a partir de concentrado: 11,2º brix.
- Zumo de granada a partir de concentrado: 13º brix.

1.2. Descripción materias primas

- **Zumo concentrado:** EL zumo concentrado es el “*producto obtenido a partir de zumo de una o varias especies de fruta por eliminación física de una parte determinada del agua.*”

Características de los distintos zumos concentrados a adquirir:

Tabla 1. Ficha zumo granado concentrado

Zumo de granada concentrado	
Estado físico recepción	Congelado
Periodo de recepción	Semanal
Recipiente	Bidones asépticos
Propiedades físicas	° Brix: 60 Ácido cítrico: 2-8 g/100 g pH: 2.7-4.0
Propiedades microbiológicas	< 1.000 ufc/ml Recuentos totales < 500 ufc/ml Mohos y levaduras Ausencia Coliformes
Vida útil	18 meses a -18°C

Tabla 2. Ficha zumo manzana concentrado

Zumo de manzana concentrado	
Estado físico recepción	Congelado
Periodo de recepción	Semanal
Recipiente	Bidones asépticos
Propiedades físicas	° Brix: 70 Acidez: 1,3-3,0
Propiedades microbiológicas	< 1.000 ufc/ml Recuentos totales < 100 ufc/ml Mohos y levaduras
Vida útil	18 meses a -18°C

Tabla 3. Ficha zumo naranja concentrado

Zumo de naranja concentrado	
Estado físico recepción	Congelado
Periodo de recepción	Semanal
Recipiente	Bidones asépticos
Propiedades físicas	° Brix: 65 Ácido cítrico: 3,5-5 g/100 g pH: 4.0
Propiedades microbiológicas	< 100 ufc/ml Aerobios totales < 100 ufc/ml Mohos y levaduras
Vida útil	18 meses a -18°C

- **Agua:** el agua que se emplea debe ser agua potable que deberá satisfacer como mínimo los requisitos establecidos en la última edición de las *Directrices de la OMS para la Calidad del Agua Potable*, aunque el agua de la red pública cumpla las condiciones, dentro de la industria será sometida a un tratamiento con el fin de obtener un agua blanda, fría y esterilizada.
- **Aditivos:** son aquellas sustancias que sin constituir por sí mismas un alimento, ni por poseer valor nutritivo, se agregan a los alimentos y bebidas en cantidades mínimas con el objetivo de modificar sus caracteres organolépticos o facilitar o mejorar su proceso de elaboración o conservación.

Los aditivos que se emplean son los siguientes:

- **Ácido cítrico (E 330):** Acidulante natural o sintético y corrector de la acidez. Se obtiene por extracción de frutas cítricas o de forma sintética fermentando azúcar de sacarosa o glucosa con hongos de la familia "*Aspergillus Niger*". Se utiliza también como saborizante. No supone ningún tipo de peligro o toxicidad siendo inofensivo.

Tabla 4. Ficha ácido cítrico

Ácido cítrico (E 330)	
Estado recepción	Sacos de 25 Kg, de forma pulverulenta.
Periodo de recepción	Cada 3 meses
Almacenamiento	Conservar en su envase original, bien cerrado, en un lugar fresco y ventilado.
Vida útil	4 años

- **Ácido ascórbico (E 300):** Antioxidante natural o sintético. Se obtiene de forma natural por extracción de frutas y vegetales o de forma sintética por fermentación bacteriana de glucosa seguido por una oxidación química. Es la misma vitamina C natural, pero cuando se utiliza como aditivo no puede ser referido como suplemento vitamínico porque ya es descrito usando su código E300 y además no se añade por su vitamina sino por su poder antioxidante. No supone ningún tipo de peligro o toxicidad siendo inofensivo.

Tabla 5. Ficha ácido ascórbico

Ácido ascórbico (E 300)	
Estado recepción	Sacos de 25 Kg, de forma pulverulenta.
Periodo de recepción	Cada 3 meses
Almacenamiento	Conservar en su envase original, bien cerrado, en un lugar fresco y ventilado.
Vida útil	4 años

- **Materiales auxiliares:**

- **Bobinas envase:** Los materiales para envasado de Tetra Brik se suministran en láminas para que sean compactos a la hora de transportar y almacenar. La forma del envase se crea directamente a partir de la bobina, lo que representa un concepto de envasado extremadamente simple que reduce los costos en toda la cadena de valor.

Las capas de las que constan estos envases desde el exterior hacia el interior, son las siguientes:

1. Polietileno: el objetivo de esta capa es proteger el producto contra la humedad ambiental.
2. Papel: proporciona estabilidad y resistencia.
3. Polietileno: utilizado como capa adhesiva.
4. Capa de aluminio: barrera para el oxígeno, para los aromas y para la luz.
5. Polietileno: utilizado como capa adhesiva.
6. Polietileno: capa de sellado.

Capas del Envase

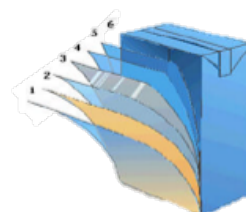


Ilustración 1. Capas envase tetra brik.

Tabla 6. Ficha envases brik

Envases brik	
Formato recepción	Bobinas
Dimensiones	165x0.62m → Bobinas de 1 litro (1.000 envases) 151x0,46m → Bobinas de 330ml (2.000 envases)
Recepción	Quincenalmente

- **Cajas cartón:** Estas cajas contienen los envases de zumo para facilitar así su manipulación. Estas tendrán dimensiones estándar para todos los formatos y serán:

Tabla 7. Ficha cajas cartón

Cajas cartón	
Formato recepción	Cajas de cartón
Dimensiones	Altura: 370 mm. Anchura: 250 mm. Largo: 350 mm.
Recepción	Mensual

- **Film embalaje:** film estirable para proteger los artículos o agruparlos.

Tabla 8. Ficha film embalaje

Film embalaje	
Formato recepción	Bobinas de plástico estirable transparente
Dimensiones	0,50 x 2.178 m
Recepción	Mensual

- **Palets de plástico:** plataforma de carga para almacenamiento y transporte de las cajas hasta los puntos de venta.

Tabla 9. Ficha palets

Palets	
Formato	Palets de plástico
Dimensiones	120 x 80 x 5 cm
Recepción	Quincenal

- **Agua oxigenada:** solución de peróxido de hidrógeno al 30% para la desinfección de los envases.

Tabla 10. Ficha agua oxigenada 30%

Agua oxigenada 30%	
Formato recepción	Bidones de plástico 25 litros
Recepción	Mensual
Vida útil	3 años

- **Sosa sistema CIP:** empleada en la limpieza y desinfección de azúcares simples y complejos.

Tabla 11. Ficha sosa caustica

Sosa caustica	
Formato recepción	Sacos de plástico 25 Kg
Estado físico	Escamas
Recepción	Cada 3 meses

1.3. Destino, público objetivo y formato productos finales

Todos los productos a elaborar serán destinados a la venta en grandes superficies de supermercados, en los cuáles los productos se venderán como marca blanca y el público objetivo será toda la población, ya que es un producto apto para todo el mundo, niños, adultos, personas de la tercera edad, etc.

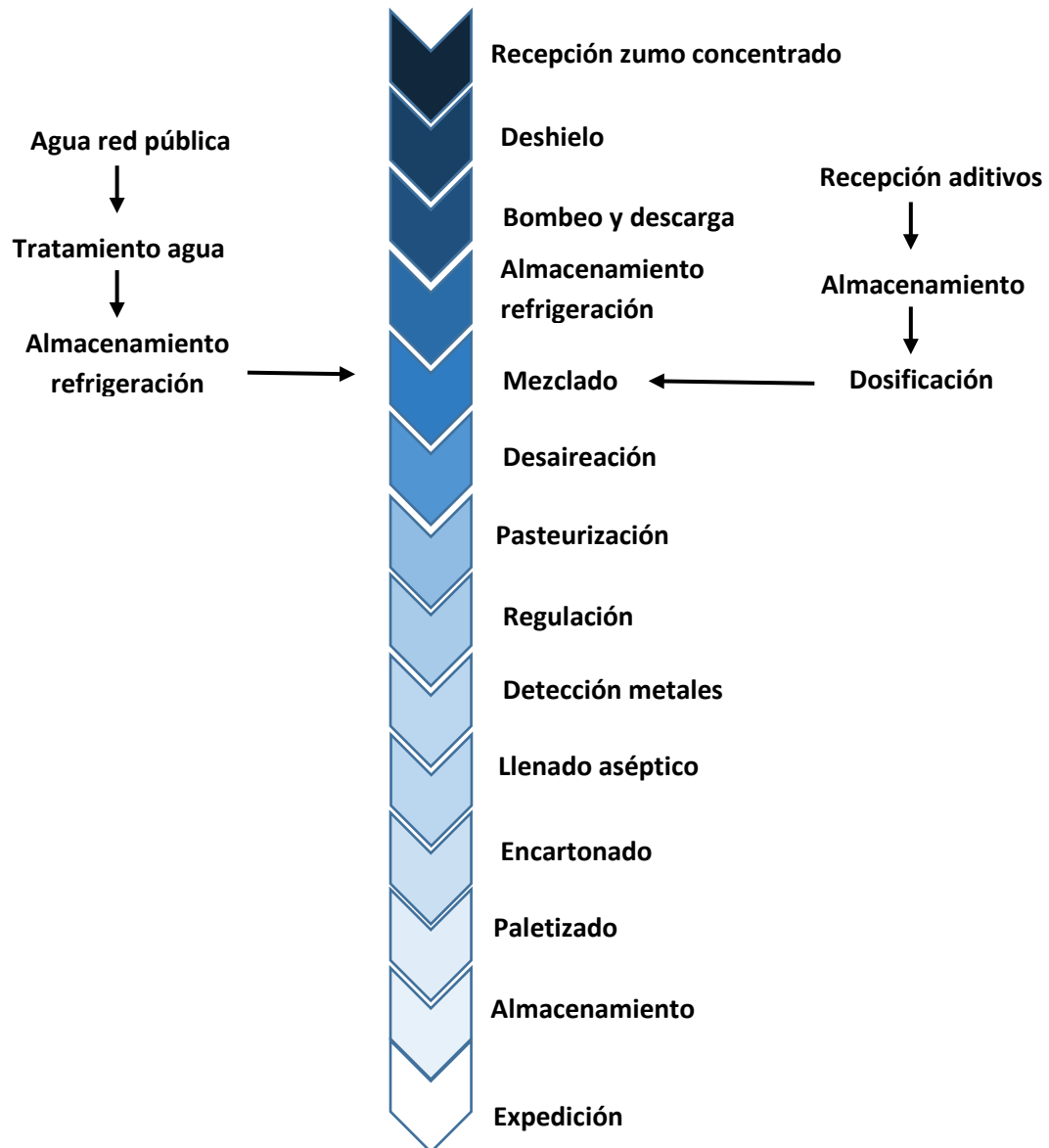
Los zumos tienen propiedades hidratantes, antioxidantes y tonificantes que contribuyen a mejorar el sistema inmunológico y previene algunas enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer, así como el cansancio y la fatiga.

Los formatos en los que podremos encontrar los zumos, serán en envases Tetra brik de litro y de 330 ml, para poder ser consumidos en una amplia diversidad de situaciones, ya sea en los hogares, puestos de trabajo, colegios, etc, puesto que sus condiciones de conservación no requerirán temperaturas de refrigeración.

2. Descripción técnica proceso productivo

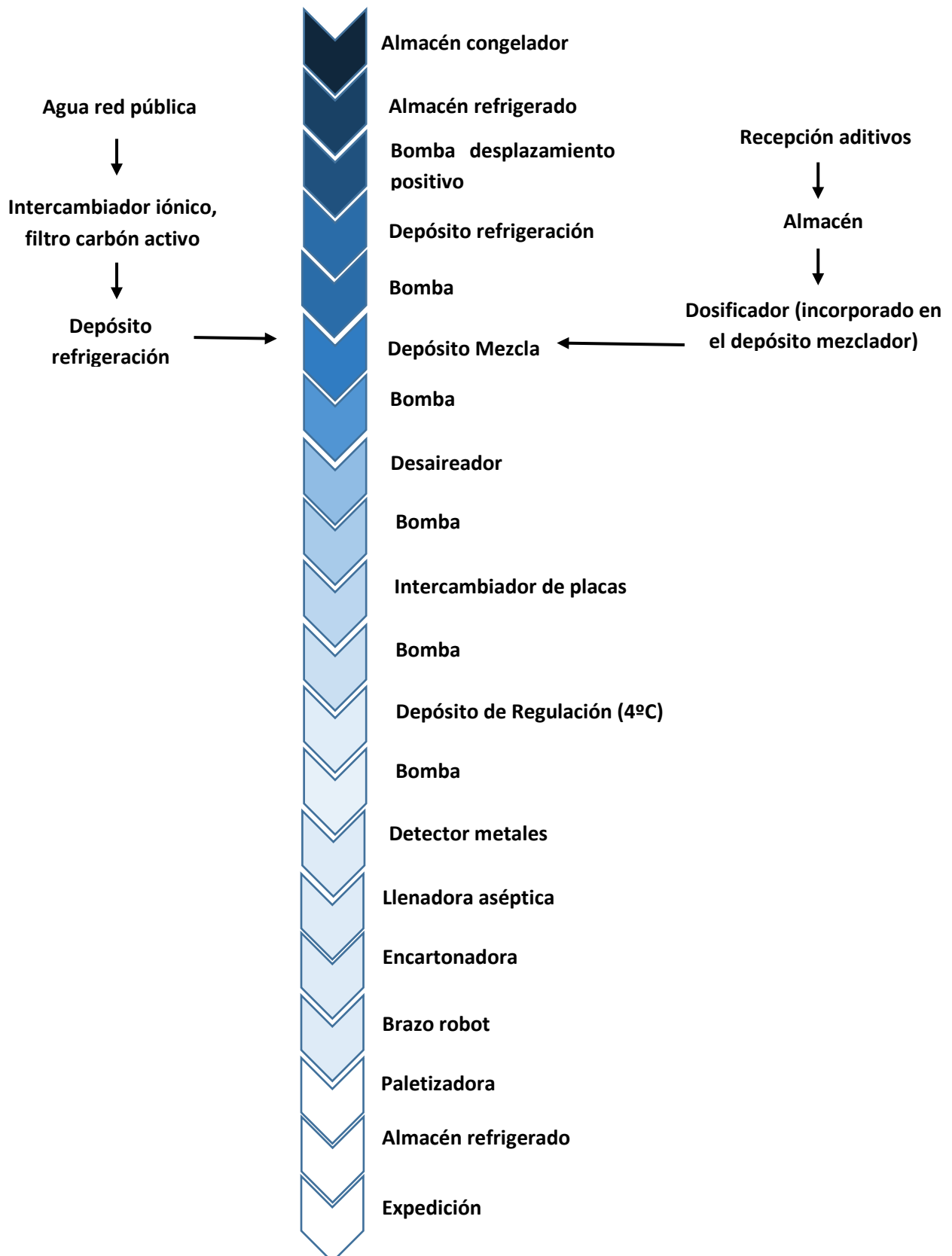
2.1. Diagrama flujo proceso productivo

El proceso productivo completo se describe en el siguiente diagrama de flujo:



2.2. Diagrama de flujo de los equipos

El siguiente diagrama de flujo refleja los equipos necesarios para llevar a cabo la actividad:



2.3. Descripción técnica de las operaciones

A continuación, se detallan cada una de las operaciones necesarias para llevar a cabo la actividad.

- **Zumo:**

- **Recepción zumo concentrado:**

El zumo concentrado será recepcionado en la industria en bidones de 250 litros asépticos (260 Kg). Estos bidones vendrán en un camión en condiciones de congelación, ya que los bidones vienen congelados a -18°C , por lo que deberán ser recibidos junto con un chip RFID con sonda de temperatura para comprobar la trazabilidad de la temperatura durante el transporte, pudiendo realizar así un control sobre la cadena de frío.

Una vez en la industria se deberá inspeccionar que el pH y los grados brix se corresponden con los que indica el proveedor en la ficha técnica del producto.

Una vez recepcionados los bidones en la industria, serán almacenados en un almacén a -18°C para ser conservados y aumentar así su vida útil.

La recepción de bidones será los viernes, recepcionando 18 bidones de zumo concentrado de granada, 60 bidones de zumo de naranja y 36 bidones de zumo de manzana.

El mismo proveedor de bidones al entregar la mercancía, se llevará los bidones ya vacíos de vuelta a sus instalaciones.

- **Deshielo:**

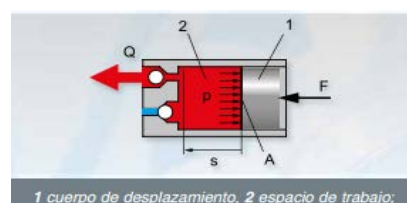
El deshielo se realizará en una cámara refrigerada a 4°C y en ella se irán almacenando los bidones que se van a usar entre las 48-72h siguientes, ya que el tiempo necesario para que se descongelen los bidones va de 24 a 48h.

- **Bombeo y descarga:**

El vaciado de los bidones se lleva a cabo mediante el uso de una bomba de desplazamiento positivo.

La transferencia de energía al fluido es hidrostática, lo que sucede es que un cuerpo de desplazamiento reduce el espacio de trabajo lleno de fluido y bombea el fluido a la tubería, a continuación, se ejerce una presión sobre el fluido y al aumentar el espacio de trabajo, este vuelve a llenar con fluido la tubería, transportando de este modo el producto hasta el depósito de almacenamiento refrigerado.

Ilustración 2. Mecanismo funcionamiento bomba desplazamiento positivo.



Este tipo de bombas tiene una excelente capacidad de aspiración y son adecuadas para fluidos de alta viscosidad, además el caudal es ajustable con gran exactitud y reproducibilidad mediante carrera y número de carreras y son ideales para bajos número de revoluciones de funcionamiento.

- **Almacenamiento en refrigeración:**

El zumo concentrado es almacenado en un depósito de acero inoxidable con camisa de refrigeración por circulación de agua fría, permitiendo conservar el producto a una determinada temperatura de forma indefinida, en nuestro caso a 4°C.

A continuación, una bomba envía el fluido a el tanque de mezcla.

- **Mezcla:**

Tanque en el cual se realiza la mezcla de los diferentes componentes (zumo concentrado, agua y aditivos) en la proporción adecuada en función del tipo de zumo que se está elaborando, primero debe entrar agua para evitar que el zumo concentrado se pegue a las paredes.

La agitación consiste en la circulación de un líquido con la ayuda de un sistema de agitación, con el propósito de obtener una mezcla uniforme en cada esquina del tanque que contiene el producto.

Una vez mezclados todos los componentes, el zumo es enviado con una bomba al desaireador.

- **Desaireador:**

El oxígeno del aire oxida la vitamina C del zumo y produce cambios químicos en su constitución que conducen a un deterioro de su calidad. Por ello, es importante la inclusión de esta etapa de desaireación.

El zumo es bombeado al depósito, donde entra de forma tangencial y el depósito se encuentra en condiciones de vacío, haciendo hervir al producto entrante.

Los vapores y gases ascienden en el desaireador donde se encuentra un condensador refrigerado por agua, de forma que se produce una separación de fases:

- Vapores condensados que caen y se reúnen con el zumo una vez desaireado, recuperando así aromas.
- Gases incondensables que son extraídos del aparato.

Una vez realizada esta operación, el zumo es bombeado hasta el pasteurizador.

- **Pasteurización:**

Esta operación es llevada a cabo en un intercambiador de placas en el cuál se pasteuriza el zumo a una temperatura de 80 a 98°C durante 20-40 segundos con el objetivo de obtener un producto microbiológicamente estable.

El pasteurizador consta de tres secciones:

- Regenerativa: El zumo entra a temperatura ambiente y se precalienta hasta 70-90°C con el zumo que sale del pasteurizador, y el zumo que sale se enfría hasta los 35°C.
- Calentamiento: Este calentamiento se consigue gracias a la circulación de agua caliente, consiguiendo así la temperatura deseada. Esta temperatura es mantenida durante unos segundos en una sección tubular adosada al pasteurizador.
- Enfriamiento: Se da en contracorriente con agua a 2°C, de esta forma el zumo se enfría hasta los 4°C para poder ser envasado asépticamente o almacenado.

Tras esta operación el zumo es bombeado a un depósito pulmón para su regulación.

- **Regulación:**

Antes de ser enviado a la envasadora, se coloca un depósito pulmón que mantiene el producto en condiciones estériles hasta su llenado. Este depósito sirve para la regulación en caso de producirse paradas en la llenadora, de forma que el pasteurizador podría seguir trabajando y ser almacenado el producto hasta la puesta en marcha de la llenadora.

Este depósito debe conservar el zumo a 4°C, ya que desde este momento no se debe perder la cadena de frío.

- **Detección de metales:**

Se hace circular el zumo a través de una tubería con un detector de metales, el cuál al detectar un metal abre una válvula de escape.

- **Llenado aséptico:**

En el envasado aséptico el material para envasado atraviesa un baño de peróxido de hidrógeno a alta temperatura. Se calienta a 70 °C una concentración de peróxido de hidrógeno al 30 % durante seis segundos. Luego, se elimina el peróxido de hidrógeno del material para mediante aire frío.

El entorno en el que se maneja y se sella el alimento también debe estar libre de bacterias que sean potencialmente contaminantes. Esto implica que la maquinaria de llenado y sellado debe esterilizarse antes del envasado al inicio de la mañana.

- **Encartonado:**

Empaca los envases de tetra brik en cajas de cartón para facilitar el transporte a los puntos de venta y el almacenamiento.

- **Paletizado:**

Se dispone la carga sobre un palet para su almacenaje, y se enfarda el palet. Se consigue una uniformidad y facilidad de manipulación ahorrando espacio y rentabilizando el tiempo de carga y descarga.

- **Almacenamiento:**

El producto una vez paletizado es almacenado en un almacén a temperatura de refrigeración hasta su posterior expedición.

- **Almacenamiento aditivos y materiales auxiliares:**

Estos productos serán almacenados en diferentes almacenes manteniendo la precaución de que no estén en contacto directo con el suelo.

- **Dosificación:**

Mediante una cámara dosificadora incorporada en el tanque de mezcla, con la ayuda de un tornillo mezclador y un homogeneizador del producto se va dosificando mediante un conducto de salida la cantidad necesaria de aditivos mediante un caudal constante y preciso.

- **Agua de red pública:**

- **Tratamiento:**

- **Intercambio iónico:** Ablandamiento del agua por separación de iones calcio y magnesio, a partir de unas columnas intercambiadoras cargadas con resinas de intercambio iónico, siendo un proceso continuo en el que se obtiene agua ultrapura sin adicionar productos químicos.
- **Filtración con carbón activo:** El agua penetra en el filtro por la parte superior, y la filtración es producida por la retención de partículas de contaminantes a lo largo del lecho filtrante compuesto de carbón activo.

- **Almacenamiento en refrigeración:**

Reserva de agua tratada para su posterior mezclado con el resto de componentes. Esta agua se almacena en un depósito con camisa de refrigeración por circulación de agua fría, permitiendo conservar el producto a una determinada temperatura de forma indefinida, en nuestro caso a 4°C.

- **Limpieza y desinfección:**

- **Equipo de limpieza CIP:** Al finalizar la jornada se inicia automáticamente el equipo de limpieza CIP.

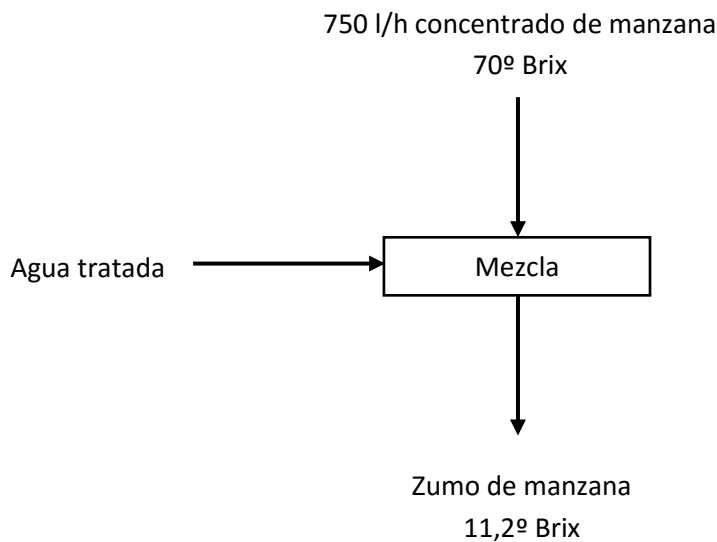
Este equipo emplea los servicios de agua de aclarado y recirculación de disolución alcalina desde la estación CIP, mediante válvulas que introducen agua en los distintos equipos y tuberías del proceso productivo.

El sistema de limpieza CIP incluye un programa de control del tiempo de aclarado inicial, el tiempo de recirculación de sosa a 60°C y el tiempo de aclarado final con agua limpia .

2.4. Balance de materias primas y aditivos

En este apartado, se lleva a cabo el cálculo de materias primas y aditivos para cada uno de los zumos a elaborar.

➤ Zumo de manzana:



○ Balance de materias:

$$750 + X = Y$$

○ Balance Sólidos Solubles:

$$750 * 0.70 + X * 0 = Y * 0.112$$

$$Y = 4.687,5 \text{ l/h zumo de manzana}$$

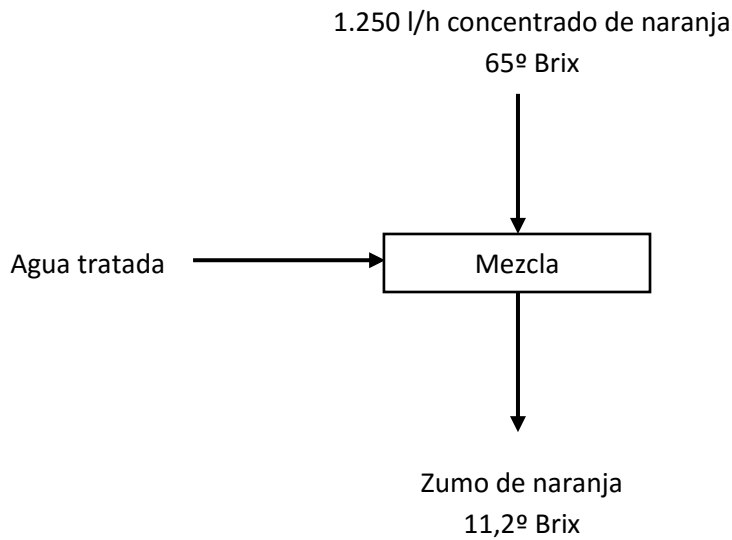
$$X = 3.937,5 \text{ l/h de agua tratada}$$

La dosis de aditivos viene regulada en la norma general para aditivos alimentarios “Codex Stan 192-1995”, la cuál es revisada anualmente, y en ella podemos encontrar las limitaciones en función de cada aditivo:

- Ácido cítrico: 3g/l concentrado.
- Ácido ascórbico: dosis apropiada, por lo que en nuestro caso hemos decidido que la dosis sea de 100 mg/l de concentrado.

Finalmente podemos calcular que la dosis añadir de cada uno de los aditivos es de:

- **Ácido cítrico: 2,25 Kg/h**
- **Ácido ascórbico: 0,075 Kg/h**

➤ Zumo de naranja:○ Balance de materias:

$$1.250 + X = Y$$

○ Balance Sólidos Solubles:

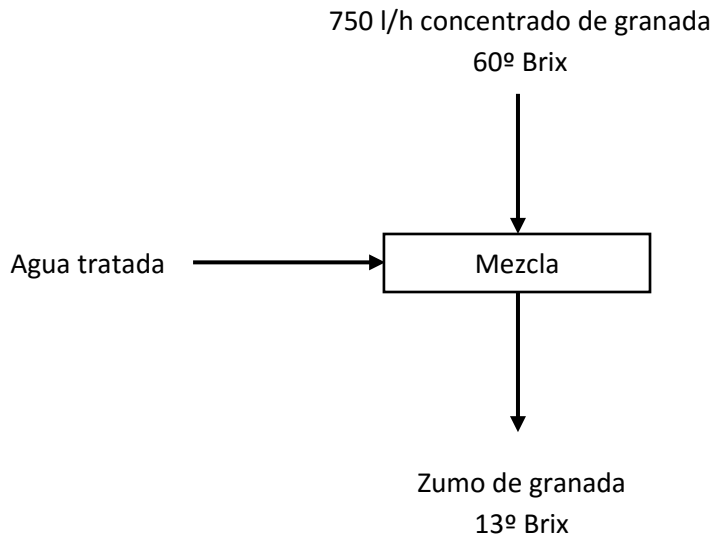
$$1.250 * 0.65 + X * 0 = Y * 0,112$$

$$Y = 7.254,46 \text{ l/h zumo de naranja}$$

$$X = 6.004,46 \text{ l/h de agua tratada}$$

Respetando las mismas limitaciones en cuanto aditivos, podemos calcular que la dosis añadir de cada uno de los aditivos es de:

- **Ácido cítrico: 3,75 Kg/h**
- **Ácido ascórbico: 0,125 Kg/h**

➤ Zumo de granada:○ Balance de materias:

$$750 + X = Y$$

○ Balance Sólidos Solubles:

$$750 * 0.60 + X * 0 = Y * 0,13$$

$$Y = 3.461,54 \text{ l/h zumo de granada}$$

$$X = 2.711,54 \text{ l/h de agua tratada}$$

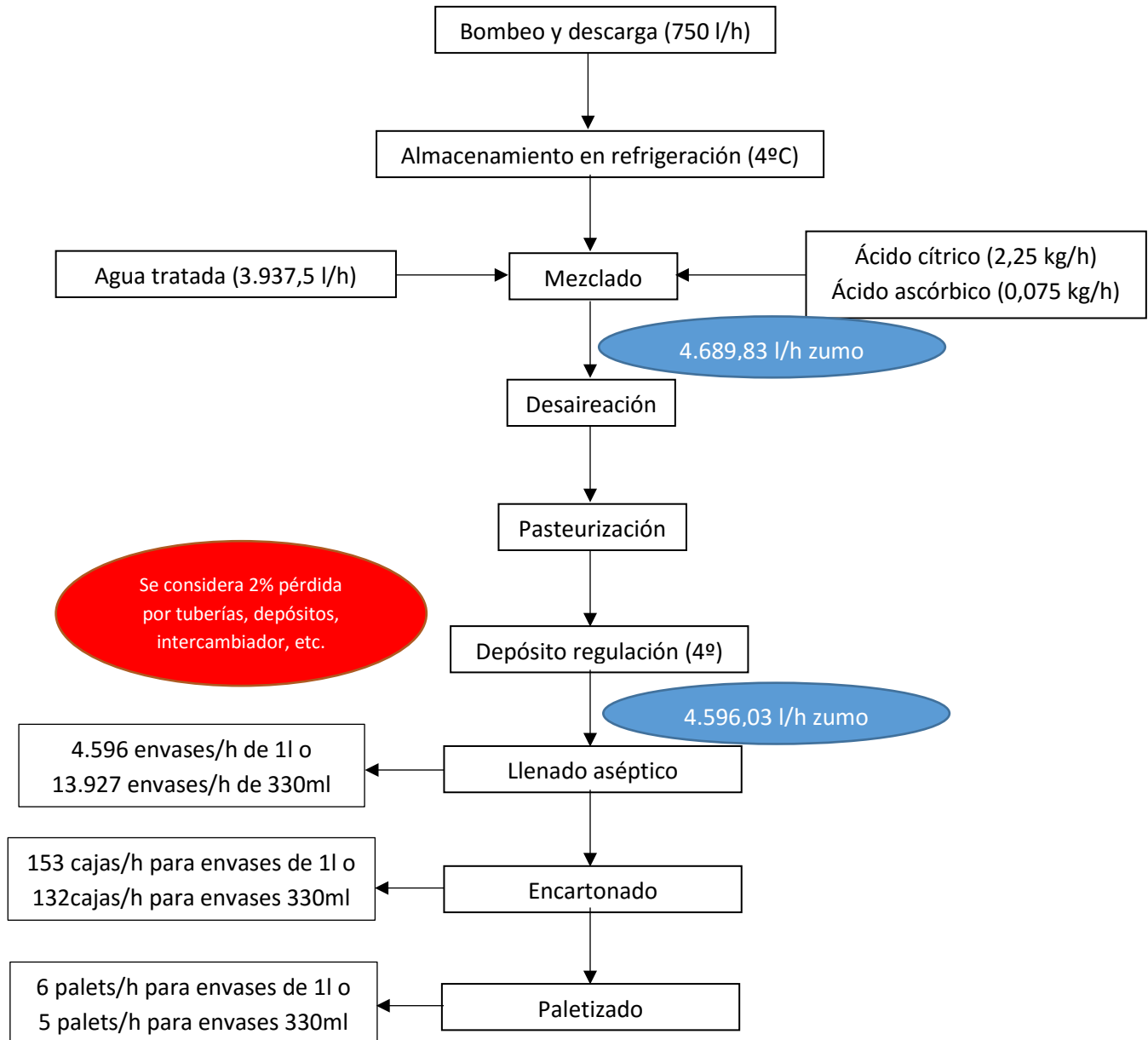
Respetando las mismas limitaciones en cuanto aditivos, podemos calcular que la dosis añadir de cada uno de los aditivos es de:

- **Ácido cítrico: 2,25 Kg/h**
- **Ácido ascórbico: 0,075 Kg/h**

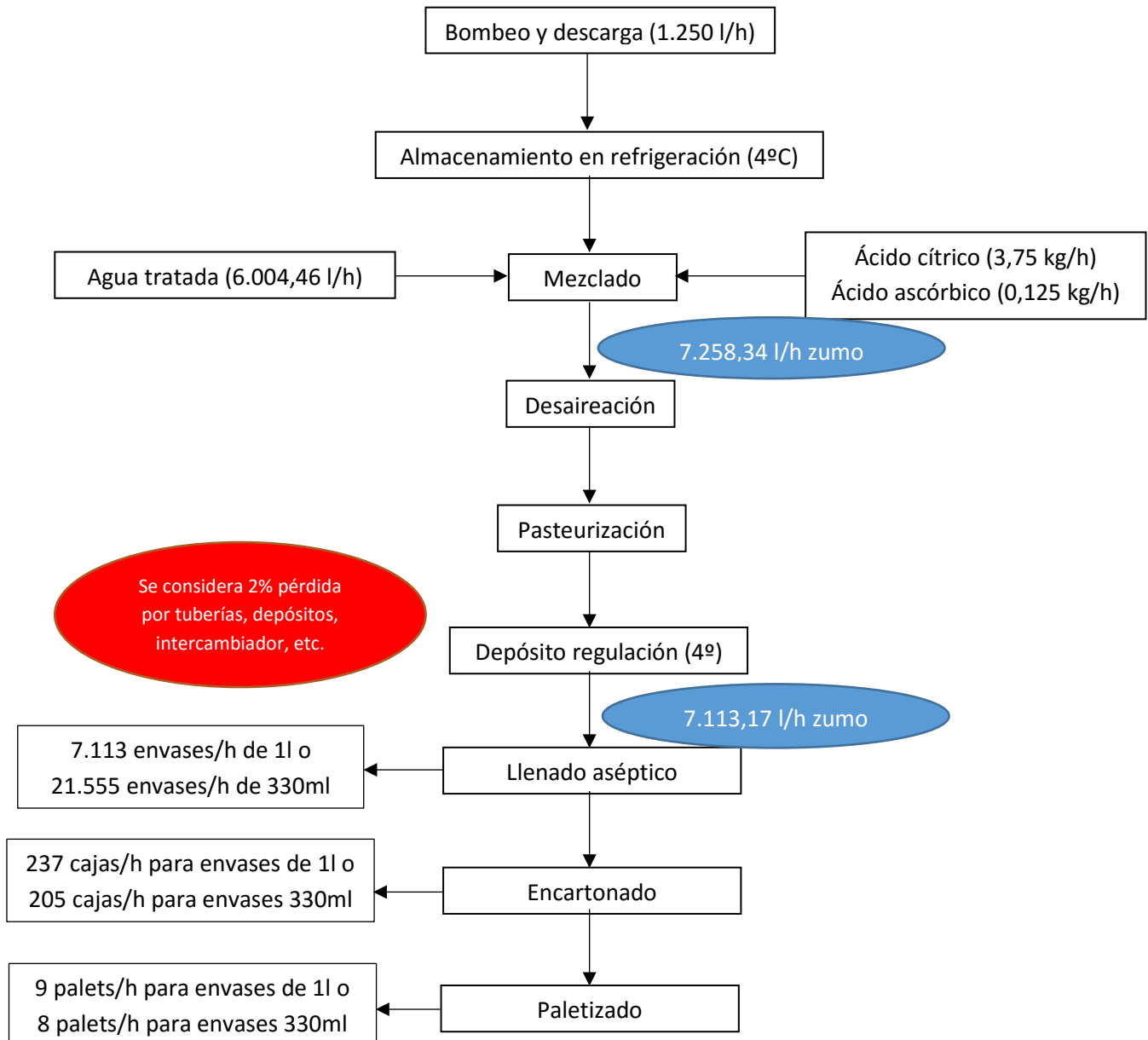
2.5. Diagrama cuantitativo

A continuación, se presenta para cada tipo de zumo el diagrama de proceso con las cantidades de productos a obtener.

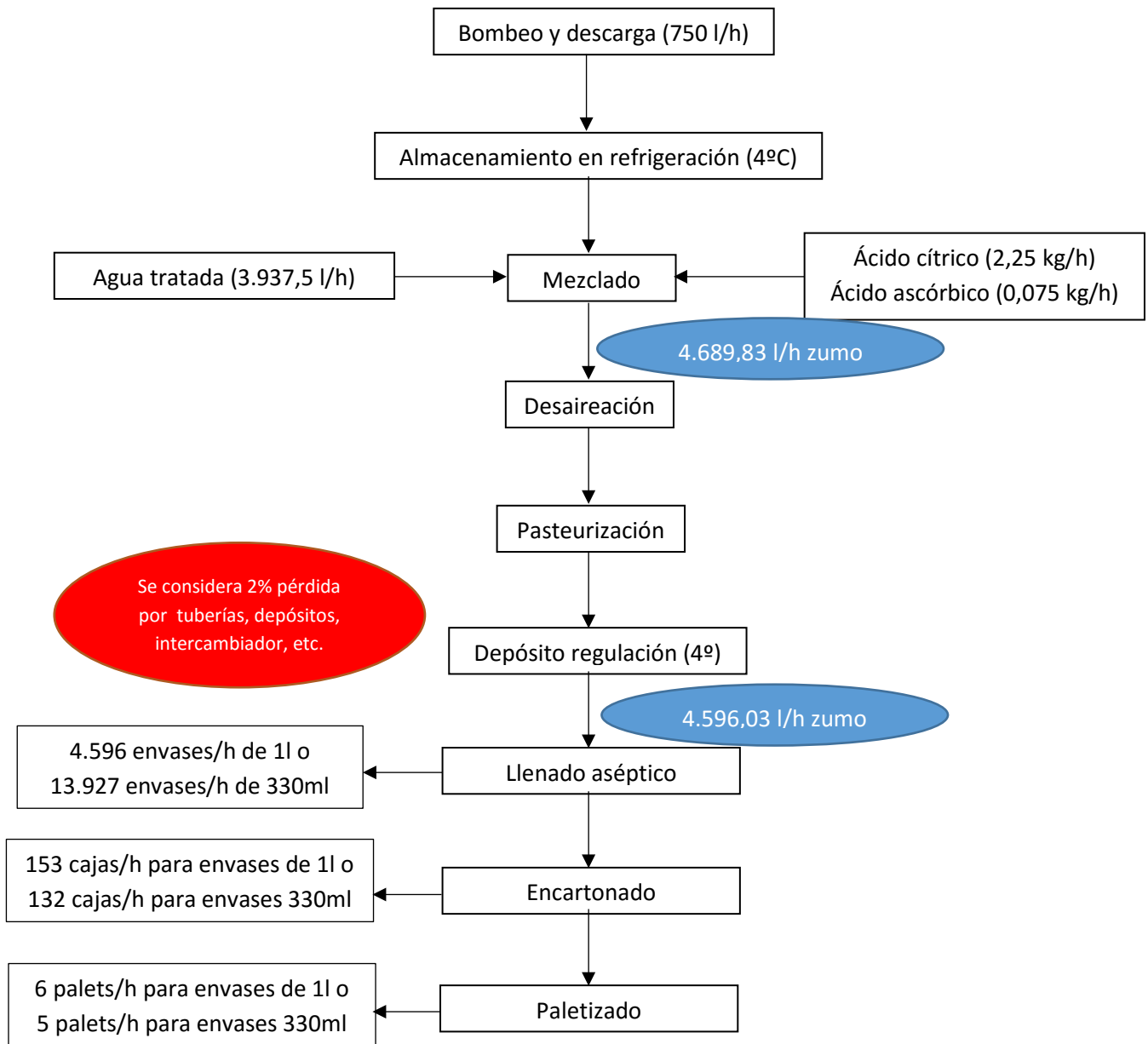
- Zumo de manzana:



- **Zumo de naranja:**



- Zumo de granada:



2.6. Programa productivo

La industria cierra durante el mes de agosto por lo que, los días laborables al año son 228 días:

Tabla 12. Días laborables y horas al año

	DÍAS LABORABLES/DÍA SEMANA	HORAS DE TRABAJO/DÍA SEMANA
LUNES	46	368
MARTES	46	368
MIÉRCOLES	45	360
JUEVES	45	360
VIERNES	46	368
TOTAL	228 días	1824

Se ha elaborado un calendario semanal en el que podemos observar cuál es la planificación de producción a la semana:

Tabla 13. Planificación semanal.

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
ZUMO GRANADA	ZUMO DE NARANJA	ZUMO DE NARANJA	ZUMO DE MANZANA	ZUMO DE MANZANA

La jornada de trabajo será de 8 horas diarias y estará distribuida de la siguiente forma:

Tabla 14. Distribución horaria

6-7 h	7-8 h	8-9 h	9-10 h	10-11 h	11-12 h	12-13 h	13-14 h
Tratamiento agua y preparación materiales	Producción	Producción y envasado	Producción y envasado	Producción y envasado	Producción y envasado	Producción y envasado	Envasado y limpieza al finalizar.

Con todo ello podemos entonces estudiar cuáles serán las necesidades de materias primas y aditivos a la hora y a lo largo del año:

Tabla 15. Entradas zumo concentrado

ENTRADA ZUMO CONCENTRADO		
ZUMO	LITROS/HORA	LITROS/AÑO
Concentrado de manzana	750	409.500
Concentrado de naranja	1.250	682.500
Concentrado de granada	750	207.000

Tabla 16. Entrada agua tratada

ENTRADA AGUA		
ZUMO	LITROS/H	LITROS/AÑO
Concentrado de manzana	3.937,5	2.149.875
Concentrado de naranja	6.004,46	3.278.435,16
Concentrado de granada	2.711,54	748.385,04

Tabla 17. Entrada aditivos

	ENTRADA ADITIVOS			
	Ácido cítrico		Ácido ascórbico	
	KG/H	KG/AÑO	KG/H	KG/AÑO
Concentrado manzana	2,25	1.228,5	0,075	40,95
Concentrado naranja	3,75	2.047,5	0,125	68,25
Concentrado granada	2,25	1.228,5	0,075	40,95

2.7. Características técnicas de la maquinaria de proceso


A continuación, se exponen unas fichas con la maquinaria necesaria en el proceso productivo junto con sus características más destacables una vez que sabemos cuáles son los volúmenes que vamos a manejar en la industria.

2.7.1. Maquinaria de proceso

A continuación, se estudian los equipos necesarios para llevar a cabo la actividad:

- Bomba desplazamiento positivo

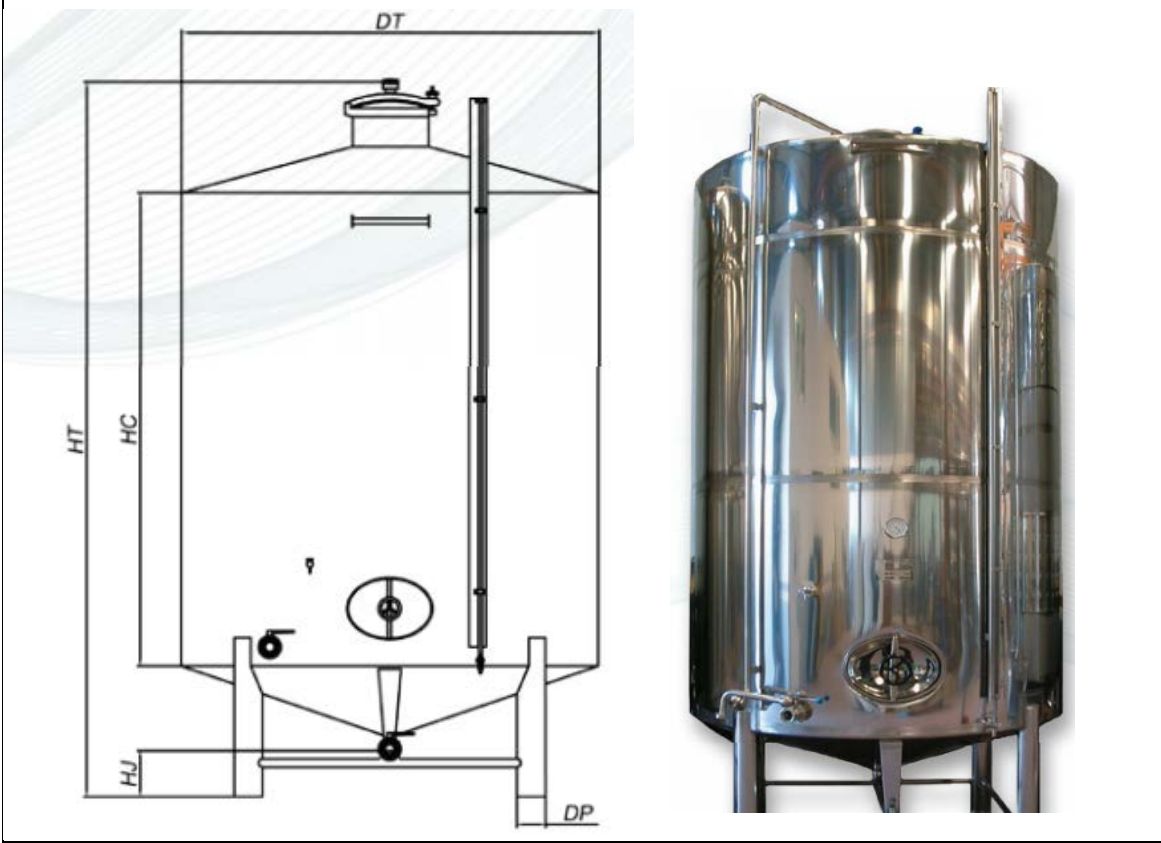
Tabla 18. Características técnicas bomba desplazamiento positivo

Características técnicas	
Unidades	1
Fabricante	INOXPA
Caudal máximo	10 m ³ /h
Presión máx. trabajo	7 bar
Velocidad máx.	1.000 rpm
Potencia	5,5 kW
Dimensiones	170*438 mm
Observaciones: Cuerpo y lóbulos en microfusión de acero inoxidable AISI 316L, acabado superficial interno Ra≤0,8 μ.	
	

- **Depósito refrigeración/depósito agua tratada:**

Tabla 19. Características técnicas depósito refrigeración/depósito de agua tratada

Características Técnicas								
Unidades	2							
Fabricante	Magusa							
Modelo	SDGS							
Capacidad	5.000 l							
Dimensiones	CAPACIDAD (l)	DT	HC	HT	HJ	SALIDAS	DP	PATAS
	5.000	1.550	2.500	3.650	250	NW-40	Ø125	4
Dimensiones en mm								
Observaciones: Construido enteramente en acero inoxidable AISI 304 y/o AISI 316. Apoyado sobre patas de acero. Camisa con circulación de agua fría.								

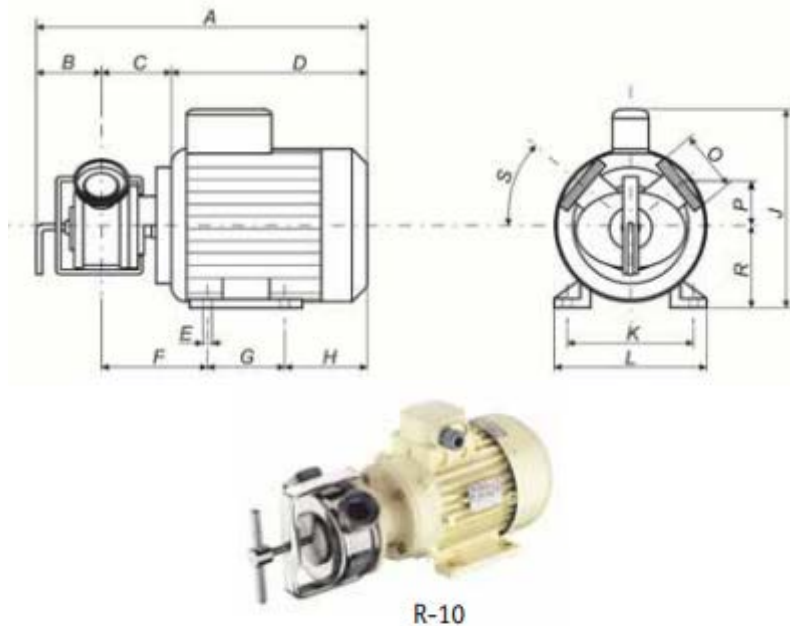


- **Bomba:**

Tabla 20. Características técnicas bombas

Características técnicas	
Unidades	5
Modelo	R-10
Fabricante	BOMBAS YUNK
Capacidad	7.500 l/h
Potencia y alimentación	0,75 kW, 230V
Presión	2 bar
r.p.m	1.000

Observaciones: bombas de turbina flexible para trasiego de líquidos en la industria alimentaria. Fabricada íntegramente en acero inoxidable 316L. Totalmente desmontable, autocebante, capacidad de aspiración hasta 3 m.c.d.a. y presión de salida hasta 3 bar. Permite trabajar a velocidades bajas tratando el producto con máximo cuidado , sin dañarlo.

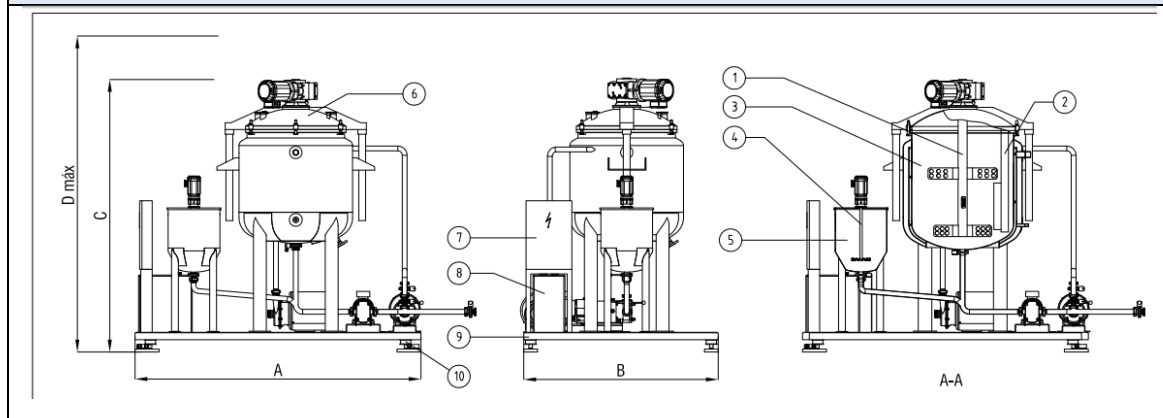


- **Depósito de mezcla:**

Tabla 21. Características técnicas depósito mezcla

Características técnicas													
Unidades	2												
Modelo	MIX-3.6000												
Fabricante	INOXPA												
Capacidad	6.000 l/h												
Potencia	3 kW												
Dimensiones	<table border="1"> <tr> <td>Modelo</td><td>MIX-3.6000</td></tr> <tr> <td>Volumen útil</td><td>6000</td></tr> <tr> <td>A</td><td>2800</td></tr> <tr> <td>B</td><td>2000</td></tr> <tr> <td>C</td><td>4180</td></tr> <tr> <td>D máx</td><td>5920</td></tr> </table>	Modelo	MIX-3.6000	Volumen útil	6000	A	2800	B	2000	C	4180	D máx	5920
Modelo	MIX-3.6000												
Volumen útil	6000												
A	2800												
B	2000												
C	4180												
D máx	5920												

Observaciones: compuesto por un agitador central tipo palas, zonas en contacto con el producto fabricadas en acero inoxidable AISI 316 y resto AISI 304. Acabado interior pulido brillante sanitario y exterior matizado. Depósito con capacidad de trabajar a presión atmosférica, negativa o positiva y con doble camisa con posibilidad de calefacción y refrigeración. **Depósito auxiliar para la premezcla de productos minoritarios (aditivos).**



- **Desaireador:**

Tabla 22. Características técnicas desaireador

Características técnicas	
Unidades	1
Fabricante	HRS
Capacidad	7.000 l/h
Potencia	2.5 kW
Dimensiones	Ancho = 1.000 mm Largo= 2.000 mm Alto = 4.000 mm
Observaciones: Fabricado en acero inoxidable AISI 304. Depósito de funcionamiento a vacío con condensador refrigerado por agua.	
	

- **Pasteurizador:**

Tabla 23. Características técnicas pasteurizador

Características técnicas	
Unidades	1
Modelo	Flash Pasteurizer P6387
Fabricante	Comac
Capacidad	8.800 l/h
Potencia	18 kW
Dimensiones	Alto = 4.900 mm Largo = 6.200 mm Ancho = 4.400 mm
<p>Observaciones: Compuesto de tres secciones: regeneración, calentamiento y enfriamiento final.</p> <p>Placas de acero AISI 316L, fijadas con estructuras de acero inoxidable AISI 304 y bloqueadas por 8 tirantes laterales para trabajar a una presión máxima de 22 bar.</p> <p>Sistema de producción de agua caliente integrado en la máquina, con control completo de ciclos de trabajo y tanque de almacenamiento de producto pasteurizado.</p>	
	


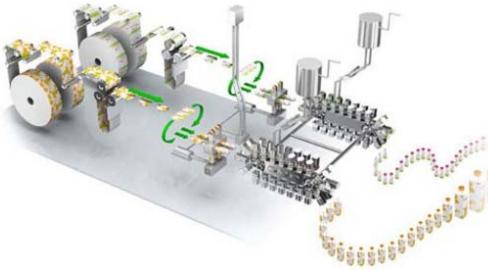
- **Depósito de regulación:**

Tabla 23. Características técnicas depósito regulación

Características Técnicas	
Unidades	1
Fabricante	In VIA
Capacidad	5.000 l
Dimensiones	Diámetro = 1845 mm Altura = 2.900 mm Espesor chapa = 2mm
<p>Observaciones: Depósito siempre lleno. Construido enteramente en acero inoxidable AISI 304 y/o AISI 316. Apoyado sobre patas de acero. Camisa con circulación de agua fría. Fondo con inclinación del 5%.</p>	
	

- **Llenadora aséptica:**

Tabla 24. Características técnicas llenadora aséptica

Características Técnicas	
Unidades	1
Modelo	TT/3 XH
Fabricante	Tetra Pak
Capacidad	7.000 envases/h de 1.000 ml 22.000 envases/h de 330 ml
Dimensiones	Largo = 3.350 mm Ancho = 1.500 mm Alto= 3.000 mm
Potencia	19 kW
Consumos	Vapor = 4.5 kg/h H ₂ O ₂ = 1,5 l/h Aire = 0,6 m ³ /min
Observaciones: Fuente de alimentación 50 Hz 380 V. Con dos líneas para poder cambiar de formato en sólo 4 minutos.	
 	

- **Encartonadora:**

Tabla 25. Características técnicas encartonadora

Características Técnicas	
Unidades	1
Fabricante	PRODEC
Modelo	MR 201
Capacidad	10 cajas/minuto
Dimensiones	Transportador entrada producto 2.050 mm y ancho útil 400 mm, altura de trabajo 900 mm.
Potencia	5,5 kW

Observaciones:

Formadora de cajas integrada de dimensiones variables, pero en nuestro caso son todas iguales independientemente del formato, con las siguientes dimensiones:

Alto: 3.500 mm

Ancho: 2.500 mm


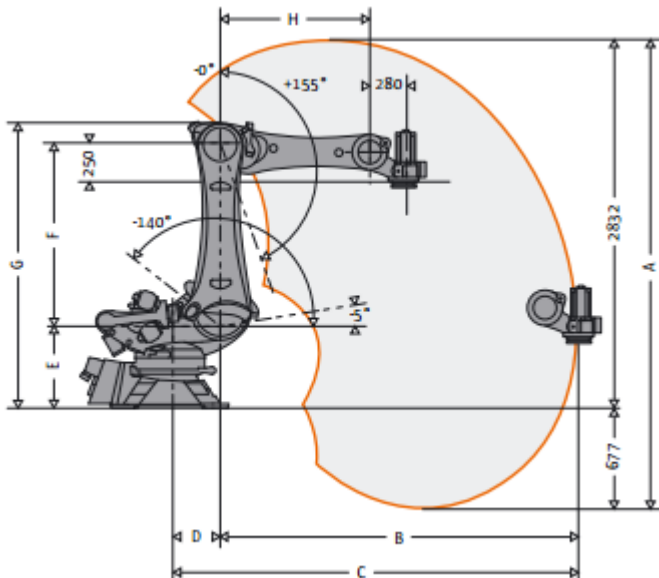
Largo: 3.700 mm

Motorización mediante grupo motorreductor de potencia 0,25 kW y sistema de visión artificial para detección de posición de los envases.




- **Robot para colocar las cajas en el palet:**

Tabla 26. Características técnicas robot

Características Técnicas																														
Unidades	1																													
Fabricante	KUKA																													
Modelo	KR 120 R3200 PA arctic																													
Categoría	Carga pesada (80-300 Kg)																													
Dimensiones	<table><tr><th>Work envelope¹⁾</th><th>Dimensions A</th><th>Dimensions B</th><th>Dimensions C</th><th>Dimensions D</th><th>Dimensions E</th><th>Dimensions F</th><th>Dimensions G</th><th>Dimensions H</th><th>Volume</th></tr><tr><td>KR 120 R3200 PA</td><td>3,509 mm</td><td>2,845 mm</td><td>3,195 mm</td><td>350 mm</td><td>675 mm</td><td>1,350 mm</td><td>2,215 mm</td><td>1,220 mm</td><td>77.90 m³</td></tr></table>										Work envelope ¹⁾	Dimensions A	Dimensions B	Dimensions C	Dimensions D	Dimensions E	Dimensions F	Dimensions G	Dimensions H	Volume	KR 120 R3200 PA	3,509 mm	2,845 mm	3,195 mm	350 mm	675 mm	1,350 mm	2,215 mm	1,220 mm	77.90 m³
	Work envelope ¹⁾	Dimensions A	Dimensions B	Dimensions C	Dimensions D	Dimensions E	Dimensions F	Dimensions G	Dimensions H	Volume																				
KR 120 R3200 PA	3,509 mm	2,845 mm	3,195 mm	350 mm	675 mm	1,350 mm	2,215 mm	1,220 mm	77.90 m³																					
Potencia	10 kW																													
Observaciones: Robot de paletizado, posición de montaje en el suelo, con protección IP 65.																														
<div></div>																														

- **Paletizadora:**

Tabla 27. Características técnicas paletizadora

Características Técnicas	
Unidades	1
Fabricante	EF SYSTEMS
Capacidad	45 palets/h
Dimensiones	Largo = 4.900 mm Ancho = 3.000 mm Alto= 2.170 mm
Potencia	15 kW
Consumos	Aire comprimido = 300 l/min
<p>Observaciones: La carga paletizada se ubicada sobre una plataforma de rodillos motorizado que gira alrededor de sí misma mientras una bobina de film estirable insertada en una columna sube y baja envolviendo el palet.</p> <p>Su sistema 3ALL (pinza, corte y termosoldadura en un mismo cabezal) permite envolver sin altura mínima de producto.</p>	
	

2.7.2. Maquinaria auxiliar

- Unidad de intercambio iónico:

Tabla 28. Características técnicas unidad de intercambio iónico

Características Técnicas	
Unidades	1
Modelo	W9
Fabricante	Lab
Dimensiones	Largo = 450 mm Ancho = 1.100 mm Alto= 900 mm
Suministro eléctrico	220-204V/monofásico/50Hz 0,5 kW
Observaciones: Incluye bomba, válvulas, medidor de conductividad y depósitos para el regenerante y las soluciones de ensayo o lavado. Dos tubos verticales contienen las resinas catiónica y aniónica.	

- **Filtración carbón activo:**

Tabla 29. Características técnicas filtración carbón activo

Características Técnicas	
Unidades	1
Modelo	SYS-3
Fabricante	Pei & Jian
Sección filtración	0,28 m ²
Dimensiones	600*2.100 mm
Suministro eléctrico	220-204V/monofásico/50Hz
Observaciones: Fabricado en acero inoxidable 304. Velocidad de flujo 10 m/h.	

- **Equipo de limpieza CIP**

Tabla 30. Equipo limpieza CIP

Características técnicas	
Unidades	1
Fabricante	BIONET
Modelo	C-10000
Volumen equipo a limpiar	De 10.000 litros a 50.000 litros
Potencia	7,5 kW
Dimensiones	2.600*3.128*2.240
Observaciones: Sensores de temperatura, presión y nivel del tanque. Fuente de calor: vapor. Cuenta con bomba de retorno. Caudal: 4-8 m3/h. Volumen del tanque:1.500 a 5.000 litros. Posición fija.	
	

- **Carretilla eléctrica:**

Tabla 31. Carretilla eléctrica

Características técnicas	
Unidades	2
Fabricante	STILL
Modelo	RX 50-10
Capacidad máxima	1.000 Kg
Tensión batería	24V
Altura máxima elevación	6,07m
Velocidad circulación	12,5 Km/h
Potencia motor traslación	4,9 kW
Potencia motor elevación	7,6 kW
Radio giro	1.445 mm
Observaciones: Motor de corriente trifásica de 24 voltios con tracción trasera para una elevada capacidad de rendimiento y dinámica de conducción. Intervalos de mantenimiento cada 1.000 horas.	
	

Además, todas las tuberías, codos redondeados y demás materiales necesarios para llevar a cabo el proceso y que estén en contacto con el alimento serán de acero inoxidable AISI 316 o AISI 306 y de fácil limpieza, acceso y fáciles de desmontar.

3. Mano de obra

A continuación, se expone el personal necesario para llevar a cabo la actividad:

Tabla 32. Personal para la industria

Mano de Obra	Personas
Gerente	1
Director de ventas	1
Encargados de producción	1
Peones de producción	2
Personal de laboratorio	1
Administrativos	1
Carretilleros	2
Personal de limpieza	2
Total	11

El gerente será un Graduado en Ingeniería Agrícola con mención en Industrias Agroalimentarias, el cuál se encargará de llevar a cabo la gestión y dirigir la empresa, este estará capacitado también para dar catas en la empresa.

El director de ventas se encargará del tema comercial, dando a conocer los productos mediante email, teléfono o incluso por los diferentes centros de venta.

Encargado y peones de producción, serán los encargados de controlar los depósitos, cambiar los parámetros de las máquinas cuando sea necesario, controlar que todo funciona bien y colaborar junto con los carretilleros a la hora de colocar los barriles para el bombeo de la materia prima, a la hora de retirar los palets y a la hora de verter los aditivos en el depósito de mezcla destinado para este fin.

El personal de laboratorio se encargará de tomar muestras en la recepción de las materias primas, realizando los oportunos análisis, al igual que la toma de muestras durante el proceso productivo y al finalizar este comprobando que todo se encuentra dentro de los parámetros aceptables.

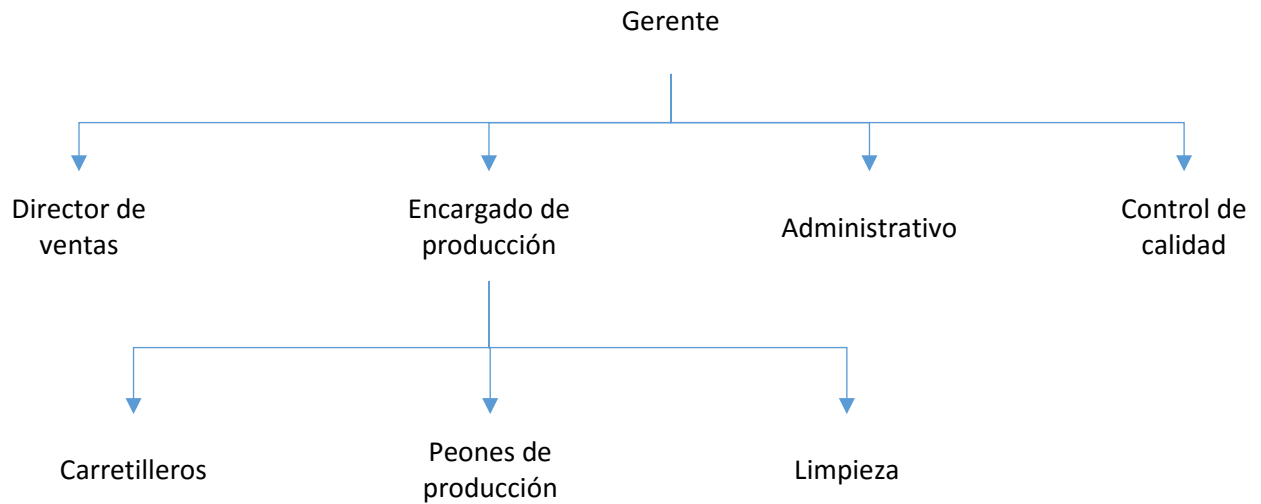
El administrativo llevará a cabo todo el tema de oficina, desde nóminas, recibos, albaranes, etc.

Los carretilleros se encargarán de descargar los camiones, cargarlos, distribución de los palets en los almacenes y de llevar los bidones hasta la bomba de descarga.

El personal de limpieza se encargará de realizar la limpieza de las instalaciones, aseos, vestuarios, oficinas, y además realizará la limpieza CIP de la maquinaria una vez acabada la producción diaria.

3.1. Árbol jerárquico

A continuación, podemos observar cuál es el rango de autoridad de cada una de las personas y cuál es su responsabilidad.



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 3. Control de calidad.

**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1.	Control de calidad de las materias primas	2
1.1.	Zumo concentrado	2
1.1.1.	Control visual.....	2
1.1.2.	Control físico-químico	2
1.1.3.	Control microbiológico.....	3
1.2.	Agua.....	3
1.2.1.	Control propiedades organolépticas.....	3
1.2.2.	Control físico-químico	3
1.2.3.	Componentes no deseables	4
1.2.4.	Componentes tóxicos.....	4
1.2.5.	Caracteres microbiológicos	5
1.2.6.	Requisitos agua para reconstitución de zumos de frutas	5
1.2.7.	Control del agua	6
1.3.	Aditivos y materiales auxiliares.....	7
2.	Control de proceso	7
2.1.	Mezcla	7
2.2.	Pasteurización	7
2.3.	Depósito regulación	8
2.4.	Detección de metales.....	8
2.5.	Envasado	8
3.	Control producto terminado	8
3.1.	Características físico-químicas y microbiológicas del producto final.....	9
4.	Vida útil y condiciones de conservación	10

1. Control de calidad de las materias primas

1.1. Zumo concentrado

1.1.1. Control visual

El concentrado de frutas se recibe en bidones de 250 litros metálicos con una **bolsa aséptica** para mantener la máxima frescura y garantizar una larga vida útil. Esta bolsa debe ser esterilizada con vapor y aire estéril antes de ser llenada y se debe comprobar que esta se encuentra en perfecto estado.

Estos bidones vendrán congelados por lo que se recibirán junto con un chip RFID con **sonda de temperatura**, pudiendo así comprobar que no ha perdido la cadena de frío durante el transporte.

1.1.2. Control físico-químico

Otro de los parámetros que debemos comprobar son los **grados brix**, para ello se emplea un refractómetro, pudiendo determinar de forma rápida el cociente total de materia seca disuelta en el concentrado.

Los parámetros que se deben obtener son los siguientes:

- Zumo de manzana concentrado: 70º brix.
- Zumo de naranja concentrado: 65º brix.
- Zumo de granada: 60º brix.

Para determinar el **pH** de los diferentes concentrados se emplea un pHmetro, el cuál realiza la medida del pH por un método potenciómetro. Este método se basa en el hecho de que entre dos disoluciones con distinta $[H^+]$ se establece una diferencia de potencial, esta diferencia de potencial determina que cuando las dos disoluciones se ponen en contacto se produzcan un flujo de H^+ o una corriente eléctrica. Es una medida relativa ya que compara el pH de una muestra con el de una disolución patrón de pH conocido.

Los valores de pH que se deben obtener al tomar la muestras en función del tipo de concentrado son los siguientes:

- Zumo de manzana concentrado: 1,3-3,0.
- Zumo de naranja concentrado: 4.0.
- Zumo de granada: 2.7-4.0.

La **determinación de la concentración total de ácidos** contenidos se determina mediante una volumetría ácido-base con una solución de álcali estandarizado, expresando los resultados de la acidez titulable como el equivalente en masa de ácido cítrico

Y finalmente se determina la **relación ºBrix/ácido**, determinando así la relación azúcar/ácidos.

1.1.3. Control microbiológico

Estos productos deben cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos:

Tabla 1. Control microbiológico.

Requisito	Parámetro			
	n	m	M	c
Recuento microorganismos mesófilos/g o ml	5	500	800	1
Recuento <i>E. Coli</i> ufc/g o ml	5	< 10	-	0
Recuento de mohos y levaduras ufc/g o ml	5	100	200	1

Donde:

n = Número de unidades a examinar

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M = Índice máximo permisible para identificar nivel de aceptable de calidad

c = Número máximo de muestras permisibles con resultado entre m y M

1.2. Agua

Según el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, el agua debe controlarse y comprobar que se encuentra dentro de los siguientes parámetros a la entrada en la industria:

1.2.1. Control propiedades organolépticas

Tabla 2. Propiedades organolépticas agua.

	Método de análisis	Concentración máxima	Unidad de medida
Color	Fotometría	15	Escala Pt/Co
Turbidez	Formacina	5	UNF
Olor	Dilución	3 a 25°C	Índice de dilución
Sabor	Dilución	3 a 25°C	Índice de dilución

1.2.2. Control físico-químico

Tabla 3. Control físico-químico

	Método de análisis	Concentración máxima	Unidad de medida
Temperatura	Termometría	25	°C
pH	Electrometría	9,5	Unidades de pH
Cloruros	Morh	250	mg/l Cl
Sulfatos	Complexometría	250	mg/l SO ₄
Calcio	Complexometría	-	mg/l Ca
Magnesio	Complexometría	50	mg/l Mg
Sodio	Fotometría	200	mg/l Na

Potasio	Fotometría	12	mg/l K
Aluminio	Espectrofotometría	200	µg/l Al
Residuo seco	Gravimétrico	1.500	mg/l después de secado a 180°C

1.2.3. Componentes no deseables

Se incluyen componentes como NO_3^- , NO_2^- , NH_3 , H_2S , B, hidrocarburos, aceites y grasas, fenoles, detergentes, compuestos organoclorados, Fe, Mn, Cu, Zn, P, Co, Ba, cloro residual, etc.

A continuación, podemos ver la concentración máxima admisible de alguno de estos compuestos:

Tabla 4. Límite componentes no deseables en el agua.

Parámetro	Método análisis	C. máx. admisible	Unidades
Nitrato	Absorción UV	50	mg/l
Nitrito	Método colorimétrico	0,1	mg/l
Amonio	Método colorimétrico	0,5	mg/l
Hierro	Absorción atómica	0,2	mg/l
Manganeso	Absorción atómica	0,05	mg/l
Cobre	Absorción atómica	2	mg/l
Mat.suspens.	Gravimetría	Ausencia	
Fenoles	Cromatografía gases	0,001	mg/l
Detergentes	Azul de metileno	1	mg/l
Zinc	Absorción atómica	5	mg/l

1.2.4. Componentes tóxicos

Provenientes de plaguicidas y productos similares a través de los cuáles puede haber una contaminación y llegar a nuestra industria:

Tabla 5. Límite componentes tóxicos en el agua

Parámetros	C. máx. admisible	Unidades
Arsénico	10	µg/l As
Cadmio	5	µg/l Cd
Cianuros	50	µg/l CN
Cromo	50	µg/l Cr
Cobre	2	µg/l Cu
Mercurio	1	µg/l Hg
Níquel	20	µg/l Ni
Plomo	10	µg/l Pb
Antimonio	5	µg/l Sb
Selenio	10	µg/l Se

1.2.5. Caracteres microbiológicos

Tabla 6. Límites microbiológicos en el agua.

Parámetros	C. máx. admisible	Método tubos múltiples (NMP)
Coliformes totales	0*	NMP < 1
Coliformes	0	NMP < 1
<i>Streptococos fecales</i>	0	NMP < 1
<i>Clostridium sulfitorreductores</i>	-	NMP < 1

* Este valor puede ser rebasado en 5 de cada 100 muestras, siempre que ninguna muestra contenga más de 10 bacterias coliformes por 100 ml de agua y que en ningún caso se encuentren bacterias coliformes en 100 ml de agua en dos muestras consecutivas.

Además, no podrán contener gérmenes patógenos, en particular:

- Salmonellas.
- Estafilococos patógenos.
- Bacteriófagos fecales.
- Enterovirus.

Por otro lado, no deberán contener:

- Ni organismos parásitos.
- Ni algas.

1.2.6. Requisitos agua para reconstitución de zumos de frutas

El agua para la reconstitución de zumos concentrados debe cumplir los límites establecidos en el RD 140/2003 y encontrarse dentro de unos parámetros establecidos para ser apta para este la reconstitución de zumos concentrados.

- Aspecto y sabor: El agua debe presentar un aspecto incoloro y esta no debe tener sabor para poder ser empleada en la reconstitución de zumos, de esta manera no se verán alteradas las propiedades organolépticas de los zumos.
- pH: el pH del agua debe encontrarse en el rango de 6,5 a 8,5, siendo este el rango normal del agua superficial próximo al pH neutro.
- Sólidos totales disueltos: medida del contenido combinado de sustancias inorgánicas y orgánicas contenidas en el agua. Aguas con alto contenido en sólidos disueltos son de mal agrado para el paladar y pueden producir una reacción fisiológica adversa al consumidor, por lo que se debe secar el agua a 180°C debiendo presentar un resultado inferior a 500 mg/l para ser apta para la reconstitución de un zumo.

- Dureza total: El agua en La Rioja es dura, por ello es necesario realizar un tratamiento de intercambio iónico para poder obtener agua blanda o moderadamente blanda ya que el agua dura da mayores problemas en la industria.

La reglamentación técnico-sanitaria española establece como valor orientador de calidad para la dureza total mínimo en aguas ablandadas de 150 mg/l CaCO_3 .

- Sustancias nitrogenadas: La presencia de altas concentraciones de nitrito y nitrato plantean un serio problema de salud pública. El nitrito es tóxico para los humanos, dado que se combina con la hemoglobina bloqueando el intercambio normal de gases con oxígeno.

Aunque el nitrato no es altamente tóxico por sí solo, el mismo puede ser reducido a nitrito por la flora microbiana del tracto gastrointestinal de niños. La reducción de nitrato a nitrito no se produce normalmente en adultos, dado el bajo pH que se registra en su tracto gastrointestinal, pero para que sea apta para reconstituir los zumos concentrados se exige ausencia de estas sustancias, ya que es un producto apto para toda la población.

- Contenido en materia orgánica: Se determina mediante la Demanda Química de Oxígeno (DQO) debiendo obtener un valor inferior a 1 mg O_2 /l y 2 mg/l de carbono, medido por la cantidad de dióxido de carbono generado al oxidar la materia orgánica.
- Microorganismos: deberá estar exenta de parásitos y microorganismos patógenos, *Escherichia coli* y otros coliformes, y de estreptococos fecales, anaerobios sulfito reductores esporulados y *Pseudomonas aeruginosa*.

1.2.7. Control del agua

El agua debe estar potabilizada y cumplir con el Anexo I del RD 140/2003 y tanto los tratamientos como los materiales no deberán transmitir al agua sustancias, gérmenes o propiedades indeseables o perjudiciales para la salud.

Además, se debe realizar un examen organoléptico y un control de cloro libre residual con una frecuencia semanal.

De forma interna, se tomarán muestras del agua tratada 1 vez al día para comprobar que todo funciona bien y que se cumplen los requisitos establecidos para el agua de reconstitución de los zumos concentrados.

1.3. Aditivos y materiales auxiliares

Todos los aditivos y materiales auxiliares sufrirán un control visual a la recepción, comprobando que se ha recibido aquello que se ha encargado, que la mercancía se encuentra en perfecto estado y una vez almacenado no se dejará en contacto directo con el suelo.

2. Control de proceso

2.1. Mezcla

Durante la elaboración de los zumos de frutas a partir de concentrado se debe tomar muestras y comprobar que las proporciones de los diferentes componentes (agua, zumo concentrado, ácido cítrico y ácido ascórbico) son los apropiados, esto se debe hacer en cada uno de los tanques de mezcla y se debe determinar los grados brix del zumo que se está elaborando mediante un refractómetro, debiendo obtener los siguientes valores:

- Zumo de manzana a partir de concentrado: 11,2º brix.
- Zumo de naranja a partir de concentrado: 11,2º brix.
- Zumo de granada a partir de concentrado: 13º brix.

Además, se debe comprobar la densidad mediante un densímetro que permite la medida directa de la densidad de un líquido. Densidad relativa 20º.

- Zumo de manzana a partir de concentrado: 1,045 Kg/m³
- Zumo de naranja a partir de concentrado: 1,045 Kg/m³
- Zumo de granada a partir de concentrado: 1,045 Kg/m³

Estos controles serán llevados a cabo por el personal de laboratorio que deberán tomar muestras cada hora de cada uno de los tanques.

2.2. Pasteurización

Se debe controlar el tiempo y la temperatura realizando un registro de los datos. Se debe mantener a 80ºC durante 40 segundos con el objetivo de obtener un producto microbiológicamente estable.

Todo esto estará automatizado de manera que si no se cumple se saltará una alerta, pero también se realizará un control manual mediante una pantalla con los datos a tiempo real por el personal de planta.

Se tomará una muestra a la salida de este que será analizada microbiológicamente para comprobar que se ha realizado correctamente cumpliendo los objetivos marcados.

2.3. Depósito regulación

Se debe controlar la temperatura (4°C), ya que una vez pasteurizado el producto no puede perder la cadena de frío, por lo que se realiza un registro con los datos.

Estará automatizado de manera que si no se cumple se saltará una alerta, pero también se realizará un control manual mediante una pantalla con el dato de temperatura a tiempo real por el personal de planta.

2.4. Detección de metales

Durante todo el periodo de producción se hará pasar el zumo por un detector de metales en tubería, de tal forma que cuando se detecte algún metal se abrirá automáticamente una válvula y será eliminada del proceso productivo esa parte del zumo.

2.5. Envasado

Esta actividad deberá mantener el producto en condiciones de esterilidad, por lo que los envases deberán estar perfectamente desinfectados y se deberá comprobar visualmente que los envases se encuentran en perfecto estado una vez rellenos, controlando los cierres y la correcta entrada de vapor y H₂O₂ para la desinfección.

Además, se hará un control de volumen mediante el pesado de alguna muestra para comprobar que el volumen de los envases se encuentra dentro de un rango admisible, y se tomarán muestras de todos los lotes que serán analizadas por el personal de laboratorio.

3. Control producto terminado

Se deberá realizar un control de los lotes controlando los siguientes aspectos:

- Dilución ° Brix.
- Contenido en ácido.
- Color.
- Defectos.
- Gusto.
- Apariencia.

Dilución ° Brix: se deberá comprobar que los grados brix para cada zumo son los apropiados para poder comercializarlos, estos se deben corresponder a los grados brix que tendría el zumo natural de cada una de las frutas elaboradas.

- Zumo de manzana a partir de concentrado: 11,2° brix.
- Zumo de naranja a partir de concentrado: 11,2° brix.
- Zumo de granada a partir de concentrado: 13° brix.

Contenido en ácido: La acidez es un indicativo claro de calidad del zumo, se deberá comprobar que el contenido en ácido málico en el zumo de manzana se encuentra en un valor próximo a 0,74 g por cada 100 g de zumo, el contenido en ácido cítrico en el zumo de naranja se encuentra en un valor próximo a 1,11 g por cada 100 g de zumo.

Color: se realiza un análisis visual, debiendo ser característico de la fruta de la que procede.

Defectos: se comprobará que no tenga olores o sabores extraños, ni se haya oscurecido.

Gusto: se debe probar y comprobar que no presenta ningún sabor extraño o rancio, presentando un sabor lo más similar al zumo natural de la fruta de la que procede.

Apariencia: deberá presentar un aspecto lo más similar posible al zumo natural de la fruta de la que procede.

Todos estos parámetros deben comprobarse en al menos 3 muestras aleatorias de cada uno de los lotes.

3.1. Características físico-químicas y microbiológicas del producto final

La composición de los diferentes tipos de zumos elaborados a partir de concentrado es la siguiente:

Tabla 7. Características f-q y microbiológicas producto final.

	Contenido por cada 100 g		
	Zumo a partir de concentrado de manzana	Zumo a partir de concentrado de naranja	Zumo a partir de concentrado de granada
Valor energético (Kcal)	41	43	258
Valor energético (KJ)	173	183	60,96
Proteínas (g)	0,2	0,6	2,01
Hidratos de Carbono (g)	10	10	15,01
Grasas (g)	0	0	0,01

Por lo general, el pH de las frutas es lo bastante bajo como para que no pueda haber crecimiento bacteriano, pero si pueden desarrollarse hongos y levaduras.

Los límites microbiológicos que marca el RD 1881/2006, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, son los siguientes:

- Micotoxinas:
 - o Patulina: 50 µg/Kg

En cuanto a metales el RD 1881/2006, marca los siguientes límites:

- Plomo: 0,050 mg/Kg peso fresco
- Estaño (inorgánico): 100 mg/Kg peso fresco


4. Vida útil y condiciones de conservación

Los zumos, una vez sometidos a tratamiento térmico de pasteurización deben mantener la cadena de frío durante toda su vida útil, debiendo conservarse a 4°C con una vida útil de 3 meses.

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 4. Análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC)



**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1.	Descripción del sistema APPCC	2
1.1.	Definición	2
1.2.	Principios del sistema APPCC	2
1.3.	Beneficios a la empresa.....	2
2.	Aplicación sistema APPCC en la elaboración de zumos a partir de concentrado	3
2.1.	Análisis de peligros en las fases de elaboración de los zumos.....	3
2.2.	Determinación de los Puntos de Control Crítico (PCC)	7
2.3.	Establecimiento límites críticos, sistema de vigilancia y medidas correctoras para cada Punto de Control Crítico.....	12
2.4.	Establecimiento de procedimientos de verificación	13
2.5.	Establecimiento de un sistema de documentación y registro	14
3.	Higiene y limpieza	14
3.1.	Personal.....	14
3.2.	Instalaciones.....	15
3.3.	Limpieza y desinfección.....	17
3.4.	Residuos	18

1. Descripción del sistema APPCC

1.1. Definición

El APPCC (Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico) es el sistema preventivo de gestión de la inocuidad alimentaria de aplicación a toda la cadena alimentaria, desde la producción primaria a la distribución minorista.

El nacimiento de este sistema fue en los años 60, y en 1993 la Comisión del Codex Alimentarius aprobó las Directrices para la Aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos de Control Crítico lo cual supuso el establecimiento a nivel mundial de un único referente para la gestión de la seguridad de los alimentos.

En 1993, la comisión europea publicó la directiva 93/43 que establece la obligación de la implantación de sistemas APPCC para el conjunto de las industrias alimentarias europeas. Esta legislación ha sido modificada posteriormente, aunque subsiste la obligación de la aplicación de los principios del APPCC en el sector alimentario.

1.2. Principios del sistema APPCC

Los principios establecidos por la FAO y la OMS son los siguientes:

- Principio 1. Realizar un análisis de peligros.
- Principio 2. Determinar los puntos críticos de control (PCC).
- Principio 3. Establecer límites críticos.
- Principio 4. Establecer un sistema de vigilancia.
- Principio 5. Establecer medidas correctoras.
- Principio 6. Establecer procedimiento de verificación.
- Principio 7. Establecer un sistema de documentación sobre los procedimientos y registros asociados al APPCC.

1.3. Beneficios a la empresa

La adopción de sistemas APPCC es obligatoria a empresas del sector alimentario y la implantación de estos sistemas aporta una serie de indudables ventajas:

- Este sistema, respecto a la inspección de producto terminado tiene un enfoque preventivo.
- Aporta mayor confianza que la existencia única de métodos de control oficiales.
- Su aplicación es posible en todas las etapas de la cadena alimentaria y además permite una aplicación coordinada entre los distintos eslabones de la cadena.
- Tiene una base científica para el control de la seguridad alimentaria.
- Es sistemático, verificable y auditable por terceras partes.

Los sistemas certificables y voluntarios de gestión de la seguridad alimentaria (ISO 20000, BRC, IFS, etc) tienen como base la implantación de un sistema APPCC para garantizar la inocuidad de los alimentos.

2. Aplicación sistema APPCC en la elaboración de zumos a partir de concentrado

2.1. Análisis de peligros en las fases de elaboración de los zumos

A continuación, se estudian las fases de elaboración analizando todos los peligros posibles que se pueden producir en ellas, y sus respectivas medidas de control que se aplicarán para eliminar o reducir dichos peligros

Fase 1: Recepción materias primas

En esta fase se realiza la recepción de los bidones para la elaboración del producto. El control de esta fase es muy importante ya que, al aceptar una materia prima, se supone la responsabilidad de todos aquellos que la han manipulado anteriormente.

Peligros:

- Microbiológicos: contaminación microbiana.
- Físicos: presencia de cuerpos extraños o materia prima deteriorada.
- Químicos: presencia de residuos fitosanitarios por mal procesado anterior, etc.

Medidas de control: para evitar los peligros anteriores, se llevarán a cabo las siguientes medidas de control en cada una de las partidas de materia prima que entre en la industria.

- Homologación de proveedores (debiendo cumplir las especificaciones que se les exija).
- Establecimiento de las especificaciones de las materias primas.
- Plan de inspección y control analítico en recepción.
- Transporte en condiciones de temperatura adecuada.

Fase 2: Recepción de los materiales de envasado

En esta fase se realiza la recepción de los materiales de envasado utilizados para la elaboración del producto. El control de esta fase es muy importante ya que, si aceptan materiales defectuosos o sucios afectarán al producto final.

Peligros:

- Microbiológico: Contaminación microbiológica por recepción de materiales en condiciones no higiénicas.
- Químico: Contaminación química por migraciones de compuestos tóxicos del material al producto.
- Físicos: Presencia de cuerpos extraños, por suciedad o rotura de los envases.

Medidas de control:

- Los proveedores deben cumplir con las especificaciones impuestas por la industria.
- Establecimiento de las especificaciones de los materiales.
- Cumplimiento de la legislación sobre materiales en contacto con los alimentos.
- Plan de inspección y control en recepción.

Fase 3: Almacenamiento de los bidones

Los bidones son debidamente almacenados a temperatura adecuada hasta el momento en que sea necesaria su utilización. El control de esta fase es necesario para que la materia prima se conserve en perfecto estado hasta el momento de su utilización.

Peligros:

- Microbiológicos: Contaminación microbiana por manipulación incorrecta de los bidones o inadecuada temperatura.

Medidas de control:

- Fijación de la temperatura a -18°C.
- Buenas prácticas de manipulación.

Fase 4: Reconstitución o mezclado

Es esta etapa se reconstituye el zumo, por lo cual todos los componentes de reconstitución deberán estar exentos de contaminantes y no encontrarse en mal estado, para evitar la contaminación del zumo reconstituido.

Peligros:

- Microbiológicos: Contaminación microbiana por manipulación, envases, equipos o contaminaciones cruzadas o desarrollo microbiano por el almacenamiento de los componentes de reconstitución.
- Físico, químico y microbiológico: Contaminación física, química o microbiológica del agua de reconstitución o mezcla no homogénea.

Medidas de control:

- Correctas prácticas de manipulación.
- Plan de limpieza y desinfección de los equipos.
- Plan de control del agua.
- Control de los componentes de reconstitución por si están en mal estado.

Fase 5: Desaireación

En esta etapa eliminamos el oxígeno disuelto para evitar la oxidación de la vitamina C, el deterioro de las características organolépticas y mejorar el proceso de transmisión térmica. Para que no se produzcan peligros los equipos han de estar en buenas condiciones de higiene.

Peligros:

- **Microbiológicos:** Contaminación microbiológica aportada por la utilización de equipos en condiciones no adecuadas de higiene.

Medidas de control:

- Especificaciones de funcionalidad correcta del equipo.
- Plan de limpieza y desinfección.

Fase 6: Pasteurización

La pasteurización es la etapa en la que el zumo se somete a un proceso de calentamiento, cuya finalidad es la reducción de elementos patógenos y alterantes, tales como bacterias, mohos y levaduras.

Peligros:

- **Microbiológicos:** Tratamiento insuficiente, que permite la supervivencia microbiana y el posterior desarrollo de los microorganismos.
Contaminación microbiológica aportada por la utilización de equipos en condiciones no adecuadas de higiene.
Tratamiento térmico excesivo.

Medidas de control:

- Fijación del baremo de temperatura y tiempo, con objetivo de asegurar la esterilidad comercial de los productos.
- Realización de validación del tratamiento térmico en el desarrollo de todo el producto.
- Limpieza y esterilización previa del equipo en el plan de limpieza y desinfección.
- Mantenimiento adecuado del equipo.
- Rango de temperatura y tiempo de pasteurización.

Fase 7: Regulación

Una vez pasteurizado es imprescindible que el producto no pierda la cadena de frío, por lo que se debe conservar a temperatura de refrigeración para evitar el desarrollo microbiano.

Peligros:

- Microbiológicos: Si no se mantiene a temperatura de refrigeración se corre peligro de que se produzca proliferación de flora mesófila.

Medidas de control:

- Control de la temperatura.
- Plan de limpieza y desinfección del equipo.
- Plan de mantenimiento del equipo.

Fase 8: Envasado aséptico

8.1. Esterilización del material de envasado: Esta etapa se realiza para evitar contaminaciones en los envases y asegurar así la inocuidad de estos.

Peligros:

- Microbiológicos: Contaminación microbiológica por incorrecta esterilidad del material de envasado debido a una baja concentración por peróxido de hidrógeno en el baño.
- Químico: Contaminación química por el peróxido de hidrógeno utilizado en el baño.

Medidas de control:

- Establecimiento de la concentración del H₂O₂ en el baño de desinfección.
- Plan de mantenimiento de instalaciones y equipos.

8.2. Envasado: El envasado es una de las etapas más importantes porque es el responsable de proteger el zumo de posibles alteraciones microbiológicas, así como evitar el deterioro de sus propiedades nutritivas y organolépticas durante el periodo de vida útil.

Peligros:

- Microbiológicos: Contaminación microbiana por cierre defectuoso.
- Físico: Contaminación física debida a que el proceso no retenga partículas extrañas.

Medidas de control:

- Control de los cierres.
- Mantenimiento del equipo.
- Integridad de filtro.

Fase 9: Encajado y paletizado

Se procede al encajado de los tetra brik ya acabados y su posterior paletizado.

Peligros:

- No hay peligros.

Fase 10: Almacenamiento del producto terminado

Dichos productos se deben mantener a temperatura y humedad adecuadas para evitar daños.

Peligros:

- Microbiológicos: Contaminación microbiana por malas condiciones de almacenamiento.

Medidas de control:

- Plan de limpieza y desinfección.
- Plan de control de plagas.
- Control de la temperatura y humedad del almacén.

Fase 11: Expedición

La empresa es responsable del transporte de sus productos, estos deben llegar en condiciones óptimas de calidad higiénico-sanitarias a su destino.

Peligros:

- Microbiológicos: Contaminación microbiana por malas condiciones en el transporte.

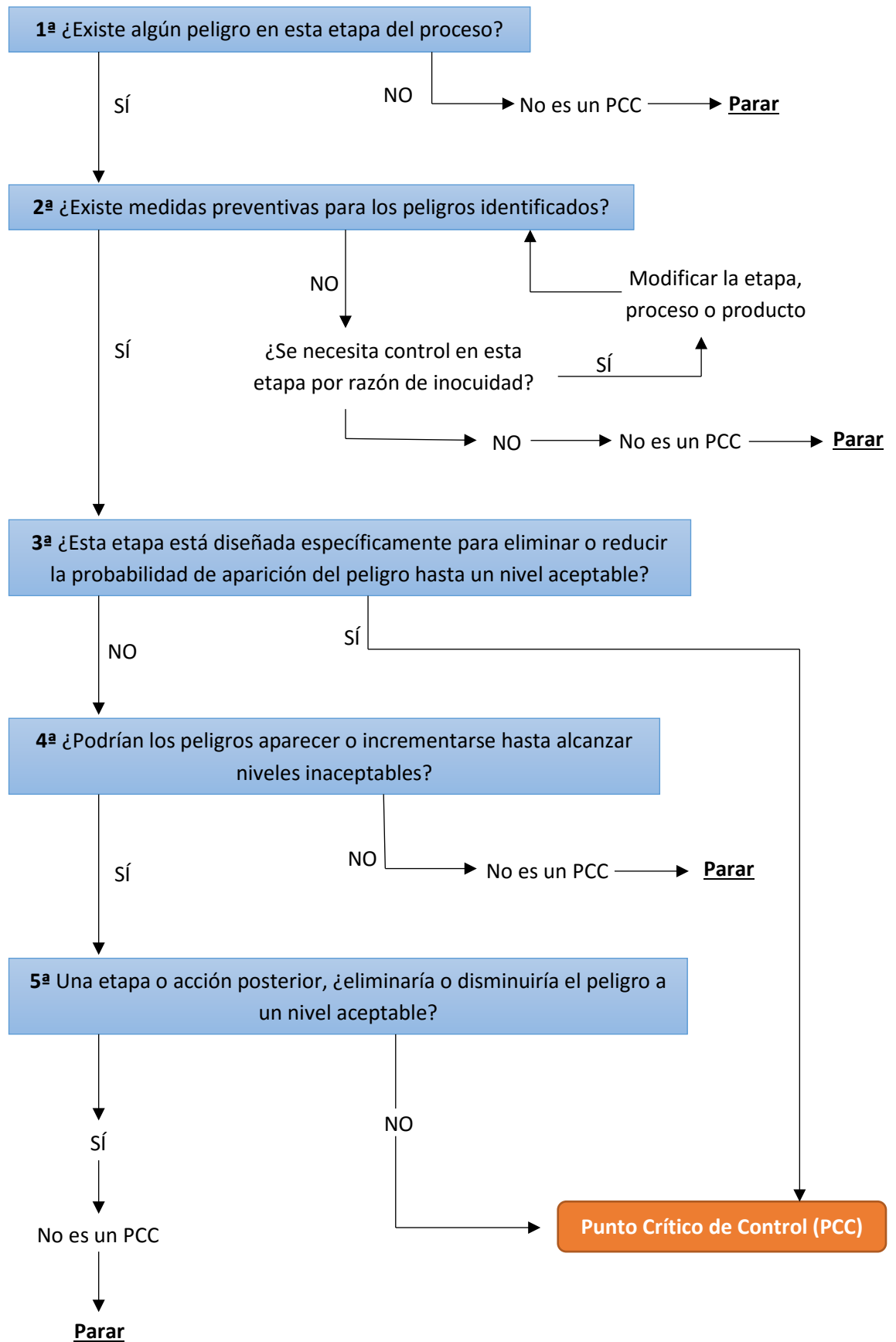
Medidas de control:

- Inspección de las condiciones higiénicas de los vehículos de carga.
- Plan de formación para la manipulación.
- Control de temperatura y humedad.

2.2. Determinación de los Puntos de Control Crítico (PCC)

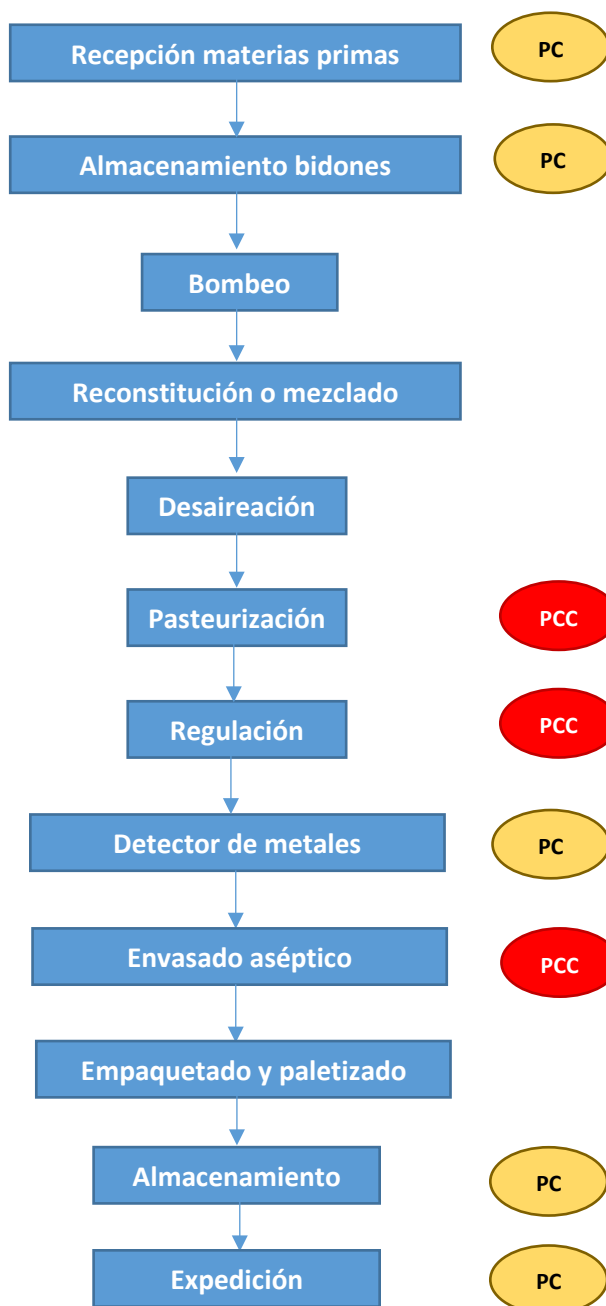
Cada fase del proceso productivo es sometida a las preguntas del árbol de decisiones descrito en el Codex Alimentarius para detectar los Puntos de Control Crítico.

El árbol de decisiones es el siguiente:



Fase	Peligros	P1	P2	P3	P4	P5	¿PCC/PC?
Recepción materias primas	Contaminación microbiana	SI	SI	NO	SI	SI	PC
	Presencia de cuerpos extraños	SI	SI	NO	SI	SI	
	Presencia residuos fitosanitarios	SI	SI	NO	SI	SI	
	Materia prima deteriorada	SI	SI	NO	SI	SI	
Recepción de materiales de envasado	Contaminación microbiológica por recepción de materiales en condiciones no higiénicas	SI	SI	NO	SI	SI	PC
	Contaminación química por migraciones de compuestos tóxicos del material al producto	SI	SI	NO	SI	SI	
	Presencia de cuerpos extraños por suciedad o rotura en los envases	SI	SI	NO	SI	SI	
Almacenamiento bidones	Contaminación microbiológica por manipulación incorrecta	SI	SI	NO	SI	SI	PC
	Contaminación microbiológica por inadecuada temperatura	SI	SI	NO	SI	SI	
Reconstitución o mezclado	Contaminación microbiana por manipulación, envases, equipos o contaminaciones cruzadas	SI	SI	NO	SI	SI	-
	Desarrollo microbiano de almacenamiento de los componentes de reconstitución	SI	SI	SI	NO	SI	
	Contaminación física, química o microbiológica del agua	SI	SI	NO	SI	SI	
	Mezcla no homogénea	NO	-	-	-	-	
Desaireación	Contaminación microbiológica aportada por la utilización de equipos	SI	SI	NO	SI	SI	-
Pasteurización	Tratamiento insuficiente, que permite la supervivencia microbiana y el posterior desarrollo de microorganismos	SI	SI	SI	-	-	PCC
	Contaminación microbiológica aportada por la utilización de equipos en condiciones no adecuadas de higiene	SI	SI	NO	SI	SI	-
	Tratamiento térmico excesivo	SI	SI	SI	-	-	PCC

Regulación	Proliferación flora mesófila por inadecuada temperatura	SI	SI	SI	-	-	PCC
Envasado	Contaminación microbiana por cierre defectuoso	SI	SI	SI	-	-	PCC
	Contaminación física debido a que el proceso no retenga partículas extrañas	SI	SI	NO	SI	SI	-
	Contaminación química por el peróxido de hidrógeno utilizado en el baño	SI	SI	NO	SI	SI	PCC
Empaquetado y paletizado	No hay peligros	-	-	-	-	-	-
Almacenamiento	Contaminación microbiana por malas condiciones de almacenamiento	SI	SI	NO	NO	-	PC
Expedición	Contaminación microbiana por condiciones no higiénicas en el transporte	SI	SI	NO	NO	-	PC

Diagrama de proceso simplificado con los Puntos Control Crítico (PCC)

2.3. Establecimiento límites críticos, sistema de vigilancia y medidas correctoras para cada Punto de Control Crítico

A continuación, se hace una relación de las fases del proceso que se han identificado como Puntos de Control Crítico, indicando para cada una de ellas los límites críticos, el sistema de vigilancia que se aplicará y las medidas correctoras que han de tomarse en caso de producirse una incidencia, es decir, cuando se rebasen los límites críticos establecidos.

Fase 6: Pasteurización

Peligros

- Tratamiento insuficiente, que permite la supervivencia microbiana y el posterior desarrollo de microorganismos.
- Tratamiento térmico excesivo.

Límites críticos

- Respetar los parámetros del tratamiento térmico específicos.
- El rango que se debe utilizar en el tratamiento de pasteurización es de 80 a 98°C durante 20 a 40 segundos.

Sistema de vigilancia

- Se debe controlar el tiempo y la temperatura del pasteurizador cada 15 minutos.
- Dicha vigilancia debe estar dirigida por el encargado de producción.

Medidas correctoras

- Se reprocesa el producto afectado si está entre los límites adecuados, por el contrario, si sale de los límites será rechazado.
- Se debe revisar y ajustar el tiempo y temperatura del pasteurizador.
- Se debe garantizar el funcionamiento del pasteurizador.

Fase 7: Regulación

Peligros

- Proliferación flora mesófila por inadecuada temperatura.

Límites críticos

- Mantener la temperatura específica sin excederla.

Sistema de vigilancia

- Se debe controlar la temperatura del enfriador cada 15 minutos.
- El responsable será el encargado de producción.

Medidas correctoras

- Se revisará y garantizará el parámetro de temperatura.
- Se garantizará el funcionamiento del equipo.

Fase 8: Envasado

Peligros

- Contaminación microbiana por cierre defectuoso.
- Contaminación química por el peróxido de hidrógeno, utilizado en el baño.

Límites críticos

- Estanqueidad del cierre.
- Ausencia del peróxido de hidrógeno aplicado.

Sistema de vigilancia

- Se debe controlar la estanqueidad de los cierres y el control de las cerraduras cada cambio de formato y cada hora.
- Se controlará la correcta retirada del peróxido de hidrógeno.

Medidas correctoras

- Se debe revisar y ajustar el equipo de cerrado.
- Si el producto está afectado por el peróxido de hidrógeno se rechazará, pero para ello se analizará.
- Se revisará y ajustará la concentración del peróxido de hidrógeno hasta que sea adecuado y se revisará y garantizará el funcionamiento adecuado del equipo.

2.4. Establecimiento de procedimientos de verificación

Se trata de confirmar que todos los elementos del sistema APPCC funcionan correctamente.

El equipo APPCC debe verificar que:

- Al menos una vez al mes, el sistema de registros se lleva correctamente, dichos registros deben ser conservados durante al menos dos años.
- Se controlará al menos una vez a la semana las temperaturas de todas las cámaras.
- Se vigilarán los análisis de las empresas proveedoras y de las limpieza y desinfección.
- Se llevarán auditorías internas llevadas por la propia empresa cada tres meses.

- Se contratarán los servicios de un laboratorio externo para el análisis de muestras para confirmar que el resultado del sistema APPCC es efectivo.
- Finalmente, el día de verificación, será al azar, sin que lo sepan los empleados.

2.5. Establecimiento de un sistema de documentación y registro

Se rellenarán hojas de registro de todos los procedimientos, análisis, medidas, auditorías de almacenes y auditorías del sistema APPCC que se llevan a cabo.

Estas hojas de registro se archivarán y guardarán durante al menos dos años. Además, serán objeto de estudio para el equipo de APPCC, cada vez que se realice una auditoría del sistema.

Se rellenarán también registros de incidencias y medidas correctoras, cada vez que se produzcan una incidencia o deba llevarse a cabo una acción correctora. Estos informes se adjuntarán a las hojas de registro correspondientes y se archivarán junto a ellas.

3. Higiene y limpieza

3.1. Personal

Las normas de higiene personal de la empresa deberán estar documentadas y ser seguidas por todo el personal de la empresa, personal externo y visitantes.

- Deben lavarse las manos con una frecuencia adecuada.
- Deben llevar las uñas cortas, limpias y sin esmalte. Las uñas postizas no están permitidas.
- No deben llevar perfume.
- No está permitido comer, fumar, beber en áreas de manipulación y almacenamiento del producto.
- No está permitido llevar ningún tipo de joyas (relojes, anillos, pulseras, piercings) dentro del área de producción.
- Llevarán ropa y zapatos de protección adecuados para evitar la contaminación del producto. La ropa no tendrá botones ni bolsillos externos por encima del nivel de la cintura.
- Todo el pelo deberá estar recogido y cubierto con un gorro, o cubrebarba si es necesario.
- En el caso de los guantes, estos deben de ser de diferente color al producto preferiblemente azules. Deberán reemplazarse con frecuencia, ser aptos para utilizarlos con alimentos, desechables y estar en perfecto estado.
- Los trabajadores en contacto directo con el producto utilizarán cascos en lugar de tapones para protegerse de la contaminación acústica.

- Los cortes y heridas se protegerán con vendajes adhesivos de color diferente al del producto, para facilitar el control y la detección. Cuando los cortes o heridas sean en las manos, además del vendaje el operario se colocará un guante.

No se permitirá el acceso a las zonas de elaboración a las personas que tengan alguna enfermedad contagiosa transmisible a través del producto (como desórdenes gastrointestinales, enfermedades respiratorias, de la piel...). La empresa deberá crear un procedimiento que asegure que los empleados notifiquen dichas enfermedades.

3.2. Instalaciones

Las instalaciones de la planta deberán cumplir con la legislación vigente.

El flujo de producto, residuos y personas se establecerá de modo que se minimice el riesgo de contaminación del producto.

Las instalaciones y servicios deben:

- Permitir el poder realizar una limpieza adecuada y facilitar la supervisión de la higiene.
- Garantizar un flujo de producción racional, a fin de evitar una contaminación cruzada.
- Proporcionar unas condiciones adecuadas de temperatura para las materias primas, los procesos y los productos.

Paredes:

- Las superficies deben ser de material impermeable, no absorbente, repelente al agua, de fácil limpieza y resistentes al desgaste y los productos químicos.
- La junta con el suelo deberá ser redondeada en toda la industria, evitando de este modo que se acumule suciedad en ellas.

Suelos:

- Las superficies deben ser de material impermeable, no absorbente, repelente al agua, de fácil limpieza y resistentes al desgaste y los productos químicos. Además, contarán con una pendiente para evacuar rápidamente el agua por los puntos de desagüe.

Desagües:

- Su ubicación y diseño deberá minimizar el riesgo de contaminación de los productos. Serán de capacidad suficiente para eliminar las cargas esperadas,

no deben pasar sobre líneas de proceso y nunca deben fluir de áreas contaminadas a áreas limpias.

Techos y zonas elevadas:

- Estarán contruidos de forma que se minimice la acumulación de suciedad, la condensación, el crecimiento de mohos, se facilite la limpieza y se prevenga la contaminación del producto.

Iluminación:

- Se dispondrá de iluminación adecuada, y todos los elementos de iluminación estarán protegidos para evitar la contaminación del producto.

Ventanas y aberturas:

- Las ventanas y otras aberturas deberán contar con barreras antiplagas (mosquiteras, etc) y deberán contar con pendiente adecuada para la evacuación de agua de lluvia.

Puertas:

- Las puertas que comunican con el exterior estarán diseñadas para prevenir la entrada de plagas. Las puertas deberán estar en buen estado y ser de material de fácil limpieza.
- Las puertas que separan las diferentes áreas de producción y que comunican las áreas de producción con el exterior se mantendrán cerradas.

Equipos:

- Los equipos deberán estar diseñados para que las operaciones de limpieza y mantenimiento se puedan realizar de manera eficaz.
- Los equipos que estén en contacto con los alimentos deberán ser homologados para ello.
- La ubicación de los sistemas de ventilación de los equipos tiene que permitir el acceso fácil a los filtros, para efectuar las operaciones de limpieza y recambio.

Almacenes:

- Las instalaciones deberán proteger del polvo, condensación y otras posibles fuentes de contaminación.
- Serán zonas secas y bien ventiladas, y en caso necesario debe controlarse y verificarse la temperatura y humedad.
- En el almacén se deberá permitir la separación de materias primas y producto terminado.

- Todos los materiales se almacenarán separados del suelo y con suficiente espacio entre la pared para permitir la inspección y el control de plagas.
- Los productos químicos, productos de limpieza y sustancias peligrosas deberán almacenarse en zonas separadas y cerradas o de acceso restringido.

Instalaciones para el personal:

- La empresa dispondrá de vestuarios adecuados para el personal de la empresa, subcontratistas y visitantes. La ropa de calle se guardará separada de la protección.
- Los vestuarios se dispondrán de forma que permitan el acceso directo a las áreas de manipulación de los productos.
- Se dispondrá de instalaciones de descanso del personal en donde puedan comer y almacenar alimentos, situadas de forma que se minimice la contaminación de las áreas de producción.
- Se dispondrá de instalaciones adecuadas para el lavado de las manos situadas entre las diferentes áreas de producción y en las instalaciones del personal. Dichas áreas deberán estar equipadas con:
 - Agua caliente y fría.
 - Jabón líquido.
 - Toallas de un solo uso.
- Las instalaciones de lavado de manos del personal estarán separadas de las de alimentos y utensilios.

3.3. Limpieza y desinfección

El sistema utilizado variará en función de:

- Tipo de alimento
- La probabilidad de contaminación del producto por contacto con las superficies, las instalaciones, los equipos y los utensilios.
- El estado de limpieza en el que se encuentren.
- Tipo de suciedad (grasa, líquido, residuo sólido, etc).
- Material con el que está construido el equipo, los utensilios o la superficie a limpiar y desinfectar.
- Productos de limpieza y desinfección que se puedan aplicar en cada caso.
- Características químicas del agua, especialmente la dureza.

Limpieza:

- **Aclarado inicial:**

Se emplea el agua de aclarado final para realizar una primera limpieza evitando así que el zumo se seque en las tuberías y realizando una primera limpieza grosera.

- **Desinfección:**

El proceso de desinfección se debe elegir en función de los microorganismos a eliminar, el tipo de alimento procesado y los materiales que forman las superficies en contacto con el alimento. La elección del desinfectante depende de las características del agua disponible y del método de limpieza que se utiliza. La utilización continua de ciertos desinfectantes químicos puede seleccionar a los microorganismos más resistentes.

En nuestro caso se emplea sosa caustica para eliminar los azúcares simples y complejos del zumo.

- **Aclarado final:**

Va seguido después de realizar la desinfección con el fin de evitar el contacto entre los productos de limpieza-desinfección y los productos alimentarios.

Este aclarado se lleva a cabo con agua limpia que será recogida para el uso de esta en el aclarado inicial.

3.4. Residuos

Los desperdicios son elementos no útiles para la industria y pueden suponer una fuente de contaminación.

El control de desperdicios debe de incluir una caracterización de los mismos, incluyéndolos en grupos generales:

- **Residuos sólidos urbanos o asimilables:**

- Envases de cartón.
- Envases de plástico.
- Envolturas de plástico.
- Papeles manchados.
- Trapos sucios.
- Sacos de plástico.

- **Aguas residuales:**

- Aguas de limpieza.
- Aguas de refrigeración.
- Aguas sanitarias.

- **Residuos orgánicos:**

- Restos de concentrado, restos de los almuerzos en los comedores, etc.

Para evitar la contaminación que pueden producir dichos residuos es obligatorio una buena gestión de los mismos, para ello se debe distinguir:

- Gestión realizada por la empresa.
- Gestión de los residuos por empresas externas.

La empresa contará con contenedores para los residuos sólidos urbanos y orgánicos, los cuáles estará en una zona específica y deberán mantenerse con la tapa cerrada, siendo recogidos por el Ayuntamiento de Logroño y llevados al Ecoparque para su posterior clasificación, reciclaje y valorización.

Las aguas sanitarias serán vertidas a la red de saneamiento del polígono para su posterior tratamiento.

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 5.

Obra civil

**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1. Introducción	2
1.1. Situación geográfica	2
1.2. Dimensiones	2
1.3. Materiales de cerramientos y cubierta	2
2. Cálculo de acciones	2
3. Cálculo de correas	7
4. Cálculo de correas de fachada	11
5. Cálculo del pórtico	13
6. Comprobaciones ELS deformaciones (desplomes y flechas)	40
7. Cálculo de la placa de anclaje	50
8. Cálculo de la cimentación	54
9. Viga riostra de atado	58
10. Medición	59
11. Urbanización	60
11.1. Viales de acceso y maniobra	61
11.2. Aparcamiento de clientes y empleados	61
11.3. Zonas ajardinadas	61

1. Introducción

El objetivo del presente anejo es el cálculo de la estructura de una nave agroindustrial con cubierta a dos aguas.

Las bases de cálculo adoptadas son las especificadas por las normas:

- **DB-SE-AE documento básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación.**
- **EHE Instrucción de hormigón estructural.**
- **EAE Normativa para el acero.**

El modelo resistente del pórtico será un pórtico biempotrado de nudos rígidos, y los modelos resistentes de las correas serán los siguientes:

- De cubierta: 2 vanos, 1 tirantilla.
- De fachada: 1 vanos, sin tirantilla.

1.1. Situación geográfica

La nave está situada en Logroño, en el polígono industrial La Portalada II, a una altitud de 401 metros sobre el nivel del mar.

1.2. Dimensiones

- Luz pórticos: 30 m.
- Longitud: 55m.
- Altura de pilar: 5 m.
- Altura total: 7,65m.
- Pendiente cubierta: 10º.
- Distancia entre correas: 1,65 m.
- Distancia entre pórticos: 5m.
- Número de pórticos: 12.

1.3. Materiales de cerramientos y cubierta

Se emplea una cubierta de chapa de acero galvanizado por ambas caras sobre correas metálicas. El cerramiento exterior de la industria estará compuesto por paneles sándwich de aluminio con acabado especial para intemperie, y se colocará un falso techo de placas de yeso con vinilo en toda la industria.

- Correas tipo IPN y acero S275 JR.
- Pilares de tipo HEB y acero S275 JR.
- Dinteles tipo HEB y acero S275 JR.
- Hormigón HA-30 en zapatas de cimentación.

2. Cálculo de acciones

La normativa utilizada para el cálculo de acciones es DB-SE-AE documento básico de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación.

1. Acciones permanentes

- Peso propio:
 - Cubierta de chapa de acero galvanizado: 10 Kg/m²
 - Correas: 10 Kg/m²
 - Cerramiento en las fachadas con paneles sándwich de aluminio: 7,37 Kg/m², de 100 mm de espesor.
 - Falso techo con placas de yeso con vinilo: 7,37 Kg/m²

2. Acciones variables

- **Sobrecarga de uso:** cubierta ligera sobre correas (sin forjado). Cargas verticales situadas en el dintel en el punto en que se apoya cada correa: **0,4 kN/m²**
- **Sobrecarga de nieve:** situadas en los dinteles donde se apoyan las correas. Como la industria está ubicada en Logroño (con altitud 401 metros) en el polígono industrial, la carga básica de nieve se obtiene en el mapa invernal, según la normativa, nuestra ubicación pertenece a la zona 2, interpolando los datos de la tabla E.2 de DB-SE-AE obtenemos la sobre carga de nieve de nuestra industria:

$$\begin{array}{ll}
 X_1=400 \text{ m} & ; \quad Y_1=0,6 \\
 X_2=500 \text{ m} & ; \quad Y_2=0,7 \\
 X=401 \text{ m} & ; \quad Y=\text{sobrecarga de nieve Logroño} \rightarrow S_k = \text{valor} \\
 & \text{básico de carga de nieve.}
 \end{array}$$

$$S_k = 0,601$$

Como la cubierta tiene una pendiente inferior a 30°, $\mu=1$, la sobre carga de nieve será entonces:

$$q_n = \mu \times S_k = 1 \times 0,601 = \mathbf{0,601 \text{ kN/m}^2}$$

- **Carga de viento:** $q_n = q_b \times C_e \times C_p$

La carga básica q_b depende de la situación geográfica, a Logroño le corresponde **$q_b = 0,45 \text{ kN/m}^2$**

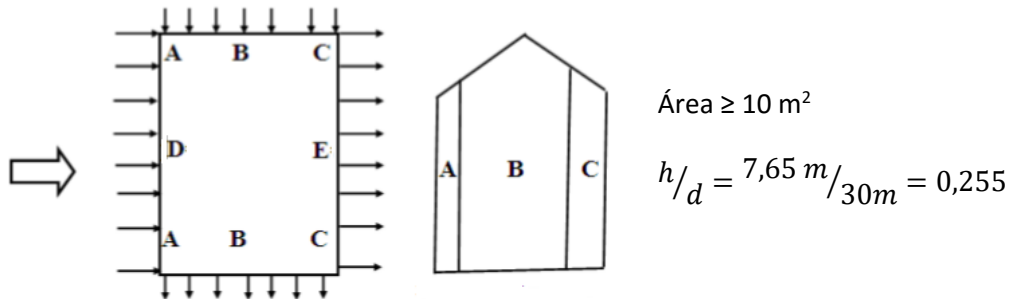
Coeficiente de exposición C_e depende de la altura del edificio y su entorno. La planta tiene una altura de 7,65 m y se trata de una zona urbana en general, industrial o forestal, interpolando obtenemos:

$$\begin{array}{ll}
 X_1=6 \text{ m} ; & Y_1=1,4 \\
 X_2=9 \text{ m} ; & Y_2=1,7 \\
 X=7,65 \text{ m} ; & Y = \mathbf{C_e = 1,565}
 \end{array}$$

Cálculo de C_p (coeficiente eólico de edificios de pisos)

A) Carga de viento sobre la fachada

1ª hipótesis: viento paralelo a los pórticos



A partir de la tabla D.3 de DB-SE-AE:

A = -1,2; B = -0,8; C = -0,5; D = 0,7; E = -0,3

$e = \min(b, 2h) = \min(55, 2 \times 7,65) = \min(55, 15,3) = 15,3\text{m}$

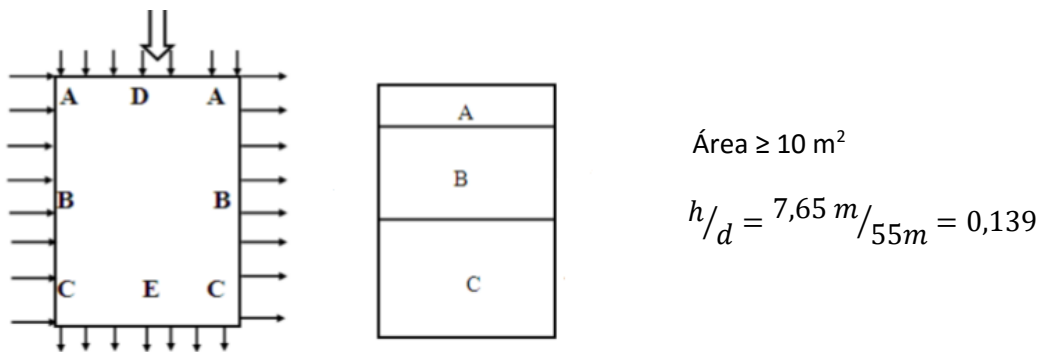
Las dimensiones de cada zona son las siguientes:

Zona A = $e/10 = 15,3/10 = 1,53\text{m}$

Zona C = $d - e = 30 - 15,3 = 14,7 \text{ m}$

Zona B = 13,77m

2ª hipótesis: viento perpendicular a los pórticos



A partir de la tabla D.3 de DB-SE-AE:

A = -1,2; B = -0,8; C = -0,5; D = 0,7; E = -0,3

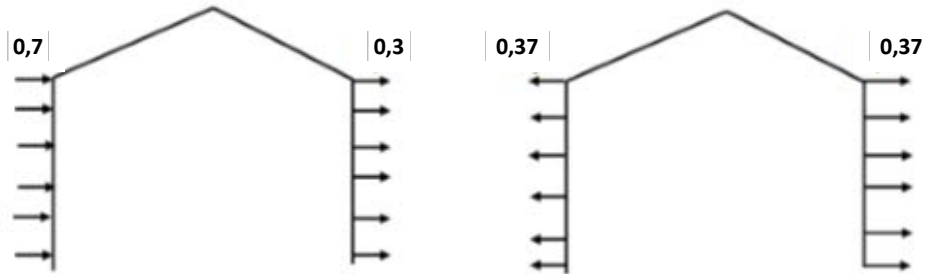
$e = \min(b, 2h) = \min(30, 2 \times 7,65) = \min(55, 15,3) = 15,3\text{m}$

Como todas las áreas no son iguales se calcula un valor medio ponderado:

$$\text{Valor medio ponderado} = \frac{(1,2 \cdot 1,53) + (0,8 \cdot 13,77) + (0,5 \cdot 14,7)}{55} = 0,37$$

Hipótesis 1: viento paralelo a los pórticos

Hipótesis 2: viento perpendicular a los pórticos



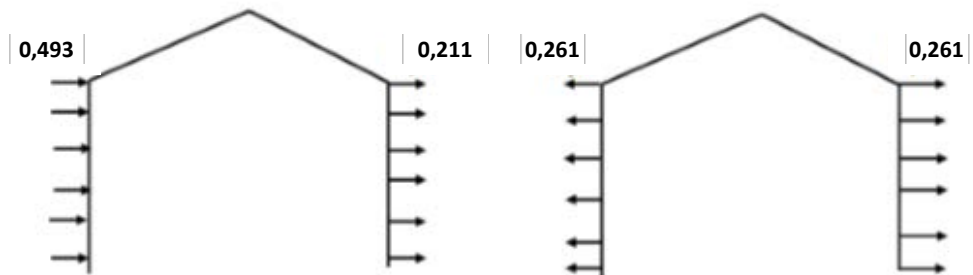
$$q_b = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,565 \times 0,7 = 0,493 \text{ kN/m}^2$$

$$q_b = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,565 \times (-0,3) = -0,211 \text{ kN/m}^2$$

$$q_b = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,565 \times (-0,37) = -0,261 \text{ kN/m}^2$$

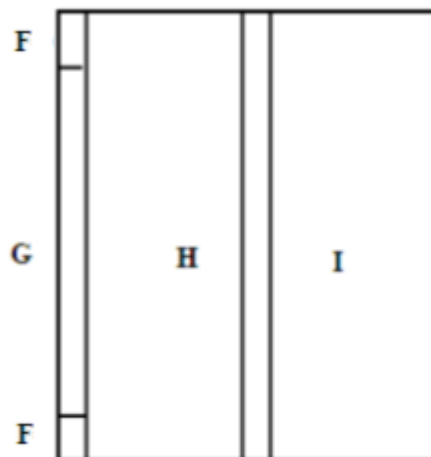
Hipótesis 1: viento paralelo a los pórticos

Hipótesis 2: viento perpendicular a los pórticos



B) Carga de viento sobre las cubiertas a 2 aguas

1ª hipótesis: dirección del viento $-45^\circ \leq 0 \leq 45^\circ$



$$\text{Área} \geq 10 \text{ m}^2$$

$$\alpha_{\text{cubierta}} = 10^\circ$$

Interpolando:

	F	G	H	I	J
V _{A1}	-1,3	-1	-0,45	-0,5	-0,4
V _{A2}	0,1	0,1	0,1	-0,3	-0,3

Seleccionamos las zonas H e I porque son las que representan una superficie mayor.

2ª hipótesis: dirección del viento $45^\circ \leq 0 \leq 135^\circ$

F	G	F	G
H		H	
I		I	

Área $\geq 10 \text{ m}^2$

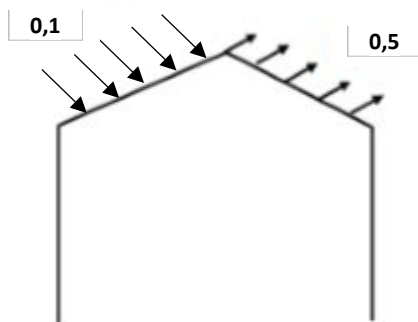
α cubierta = 10°

Interpolando:

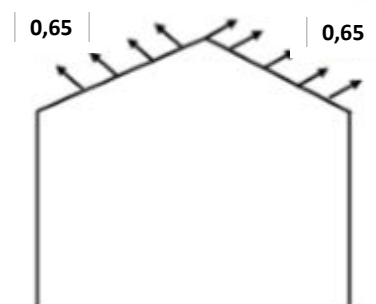
F	G	H	I
-1,45	-1,3	-0,65	-0,55

Tomamos el valor más desfavorable de las zonas de mayor tamaño H e I, y como H es más desfavorable tomamos ese valor para ponernos del lado de la seguridad.

Hipótesis 1: dirección del viento $-45^\circ \leq 0 \leq 45^\circ$



Hipótesis 2: dirección del viento $45^\circ \leq 0 \leq 135^\circ$

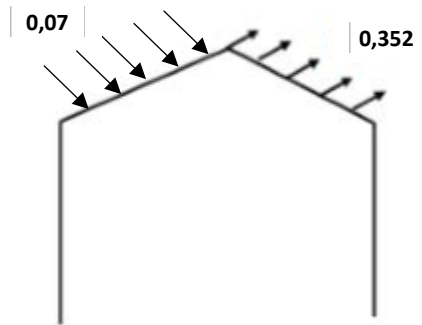


$$V = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,565 \times 0,1 = 0,07 \text{ kN/m}^2$$

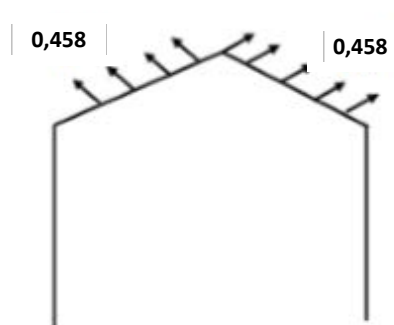
$$V = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,565 \times (-0,5) = -0,352 \text{ kN/m}^2$$

$$V = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,565 \times (-0,65) = -0,458 \text{ kN/m}^2$$

Hipótesis 1: dirección del viento $-45^\circ \leq 0 \leq 45^\circ$



Hipótesis 2: dirección del viento $45^\circ \leq 0 \leq 135^\circ$



3. Cálculo de correas

La normativa utilizada para el cálculo de correas es EAE, aplicable a las estructuras y elementos de acero estructural de edificios y obra de ingeniería civil.

Las correas se calculan suponiendo vigas apoyadas en los pórticos y que son continuas con 2 vanos.

- Cálculo del número de correas:
 Longitud cubierta = $15\text{m}/\cos(10^\circ) = 15,23\text{m}$
 $15,23 \times 2 - 0,20 = 14,83 / 1,65 \text{ m} = 9 \text{ correas.}$
- **Cargas aplicadas sobre las correas:**
 - **Carga permanente:** Dirección vertical aplicadas en los puntos del dintel donde se apoyan las correas.

- Peso propio de la correa: 10 Kg/m^2
- Peso cubierta: 10 Kg/m^2
- Falso techo: $7,37 \text{ Kg/m}^2$

$$\text{Total carga permanente: } 27,37 \text{ Kg/m}^2 \times 1,65 \text{ m} = 45,1605 \text{ Kg/m} = \mathbf{0,45 \text{ kN/m}}$$

- **Sobrecarga de uso:** vertical, situada en el dintel en el punto en que se apoya cada correa.

$$0,4 \text{ kN/m}^2 \times 1,65\text{m} = \mathbf{0,65 \text{ kN/m}}$$

- **Sobrecarga de nieve**

$$0,601 \text{ kN/m}^2 \times 1,65\text{m} = \mathbf{0,99 \text{ kN/m}}$$

- **Sobrecarga por viento:** perpendicular al faldón.

Viento de presión: $0,07 \text{ kN/m}^2 \times 1,65\text{m} = \mathbf{0,12 \text{ kN/m}}$

Viento de succión: $0,458 \text{ kN/m}^2 \times 1,65\text{m} = \mathbf{0,76 \text{ kN/m}}$

➤ **Combinaciones de acciones:**

- Los coeficientes de ponderación en el caso más desfavorable, según el CTE, son los siguientes:
 - Peso propio: 1,35
 - Sobrecarga de uso: 1,5
 - Nieve: 1,5
 - Viento: 1,5
- Distribución de la carga según el eje Z y el eje Y.
 - $q_z = q \times \cos(10^\circ)$
 - $q_y = q \times \sin(10^\circ)$

	$q_z \text{ (kN/m)}$	$q_y \text{ (kN/m)}$
Carga permanente	0,44	0,08
Sobrecarga uso	0,65	0,17
Nieve	0,97	0,11
Viento presión	0,12	0
Viento succión	0,75	0

Combinación de Acciones - ELU

En situaciones persistentes o transitorias:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

En situaciones accidentales:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

En situaciones en las que actúa la acción sísmica:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Teniendo en cuenta que no se considera ninguna acción accidental, se utiliza la ecuación correspondiente a situaciones persistentes o transitorias:

1º Carga principal: SU (V+)

$$q_z = 1,35 * 0,44 + 1,50 * 0,65 + (0,5 * 1,5 * 0,97 + 0,6 * 1,5 * 0,12) = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 1,35 * 0,08 + 1,50 * 0,17 + (0,5 * 1,5 * 0,11) = 0,45 \text{ kN/m}$$

2º Carga principal: SU (V-)

$$q_z = 1,35 * 0,44 + 1,50 * 0,65 + (0,5 * 1,5 * 0,97 - 0,6 * 1,5 * 0,75) = 1,62 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 1,35 * 0,08 + 1,50 * 0,17 + (0,5 * 1,5 * 0,11) = 0,45 \text{ kN/m}$$

3º Carga principal: N (V+)

$$q_z = 1,35 * 0,44 + 1,50 * 0,97 + (0 * 1,5 * 0,65 + 0,6 * 1,5 * 0,12) = 2,16 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 1,35 * 0,08 + 1,50 * 0,11 + (0 * 1,5 * 0,17 + 0,6 * 1,5 * 0) = 0,36 \text{ kN/m}$$

4º Carga principal: N (V-)

$$q_z = 1,35 * 0,44 + 1,50 * 0,97 + (0 * 1,5 * 0,65 - 0,6 * 1,5 * 0,75) = 1,94 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 1,35 * 0,08 + 1,50 * 0,11 + (0 * 1,5 * 0,17 - 0,6 * 1,5 * 0) = 0,36 \text{ kN/m}$$

5º Carga principal: V+

$$q_z = 1,35 * 0,44 + 1,50 * 0,12 + (0,5 * 1,5 * 0,97 + 0 * 1,5 * 0,65) = 1,50 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 1,35 * 0,08 + 1,50 * 0 + (0,5 * 1,5 * 0,11 + 0 * 1,5 * 0,17) = 0,19 \text{ kN/m}$$

6º Carga principal: V-

$$\gamma_{CP} = 1 \rightarrow \text{Favorable}$$

$$\gamma_{N, SU} = 0 \rightarrow \text{Favorable}$$

$$\gamma_N = 1,5 \rightarrow \text{Favorable}$$

$$q_z = 1 * 0,44 - 1,50 * 0,75 + (0,5 * 0 * 0,97 + 0 * 0 * 0,65) = -0,69 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 1 * 0,08 - 1,50 * 0 + (0,5 * 0 * 0,11 + 0 * 0 * 0,17) = 0,08 \text{ kN/m}$$

La combinación 1ª es la más desfavorable

El momento máximo en los dos ejes:

$$M_y = K_1 * q_z * s^2$$

$$M_y = 0,125 * q_z * s^2 = 0,125 * 2,40 * (5)^2 = 7,5 \text{ kNm}$$

$$M_z = K_2 * q_y * (s/n)^2 \quad K_2 = 0,072 \text{ (2 vanos, 1 tirantilla)}$$

$$M_z = 0,072 * 0,45 * (5/2)^2 = 0,20 \text{ kNm}$$

Probamos con el perfil **IPN 100** tipo S275 JR cuyas características son las siguientes:

$$W_{pl,z} = 8,10 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 39,8 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z = 12,2 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 171 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$A = 4,85 \times 10^2 \text{ mm}^2$$

$$\text{Peso} = 8,34 \text{ Kg/m}$$

El perfil IPN 100 es de clase 1.

Comprobación ELU-flexión:

$$\frac{M_z}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\phi_{\mu o}}} + \frac{M_y}{W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\phi_{\mu o}}} \leq 1$$

$$\frac{0,20 \cdot 10^6}{8,10 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{7,5 \cdot 10^6}{39,8 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,81 \leq 1$$

Cumple

Comprobación ELS- flecha:

$$\delta_{activa,z} = K_3 \cdot q_z \cdot \frac{s^4}{I_y}$$

$$\delta_{activa,z} = 2,48 \cdot 1,207 \cdot \frac{5^4}{171} = 10,94 \text{ mm}$$

$$\delta_{activa,y} = K_3 \cdot q_y \cdot \frac{\left(\frac{s}{n}\right)^4}{I_z}$$

$$\delta_{activa,y} = 2,48 \cdot 0,225 \cdot \frac{\left(\frac{5}{2}\right)^4}{12,2} = 1,79 \text{ mm}$$

$$\delta_{activa,total} = \sqrt{\delta_{activa,z}^2 + \delta_{activa,y}^2} = \sqrt{10,94^2 + 1,79^2} = 11,09 \text{ mm}$$

$$S_{max,adm} = L/300 = 5000/300 = 16,67 \text{ mm}$$

$$11,09 \text{ mm} < 16,67 \text{ mm}$$

Cumple

El perfil elegido para las correas de la cubierta es IPN 100 con peso 8,34 Kg/m (S275 JR)

4. Cálculo de correas de fachada

Las correas de fachada son elementos resistentes que forman parte de la estructura (colocadas en dirección longitudinal a la estructura de la nave), y son las encargadas de soportar el peso del cerramiento de las fachadas, en nuestro caso el de paneles “sándwich” que se coloca y fija sobre ellas, además de las acciones que actúan sobre esta parte del edificio.

Las correas están orientadas de forma que el eje de mayor inercia del perfil está colocado en posición horizontal ya que las mayores acciones se realizan en esta dirección. Están atadas a los pilares de los pórticos y se consideran como vigas continuas de dos vanos consiguiendo una reducción de esfuerzos.

Las correas mantienen una separación constante de 1,50 m en las fachadas de la nave.

Para comenzar los cálculos se supone un perfil IPN (clase 1) con un peso propio de 17,9 Kg/m.

- **Carga vertical total por metro lineal (en y):**
 - Peso propio correa: 17,9 Kg/m.
 - Cerramiento: $7,37 \text{ Kg/m}^2 \times 1,5 \text{ m} = 11,055 \text{ Kg/m}$
 - Total = $q = 28,955 \text{ Kg/m} = 0,28955 \text{ kN/m}$
- **Carga horizontal total por metro lineal (en z):** se escoge el valor más alto sobre las fachadas.
 - Viento: $49,3 \text{ kg/m}^2 \times 1,5 \text{ m} = 73,95 \text{ Kg/m} = 0,7395$

$$q_y = 1,35 \times 0,28955 = 0,39 \text{ kN/m}$$

$$q_z = 0,6 \times 1,5 \times 0,7395 = 0,67 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 1,35 \times 0,28955 = 0,39 \text{ kN/m}$$

$$q_z = 0,6 \times 1,5 \times 0,7395 = 0,67 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 1,35 \times 0,28955 = 0,39 \text{ kN/m}$$

$$q_z = 1,5 \times 0,7395 = 1,11 \text{ kN/m}$$

Las solicitaciones máximas (momentos) en cada eje son las siguientes:

$$M_y = K_1 \times q_z \times s^2$$

$$M_y = 0,125 \times q_z \times s^2 = 0,125 \times 1,11 \times (5)^2 = 3,47 \text{ kNm}$$

$$M_z = K_2 \times q_y \times (s)^2$$

$$M_z = 0,125 \times 0,39 \times (5)^2 = 1,22 \text{ kNm}$$

Probamos con un perfil **IPN 160** tipo S275 JR cuyas características son las siguientes:

$$W_{pl,z} = 24,9 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 136 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z = 54,7 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 935 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{Peso} = 17,9 \text{ Kg/m, Clase 1.}$$

Comprobación ELU-flexión:

$$\frac{M_z}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\phi_{\mu o}}} + \frac{M_y}{W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\phi_{\mu o}}} \leq 1$$

$$\frac{1,22 \cdot 10^6}{24,9 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{3,47 \cdot 10^6}{136 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,28 \leq 1$$

Cumple

Comprobación ELS- flecha:

$$\delta_{activa,z} = K_3 \cdot q_z \cdot \frac{s^4}{I_y}$$

$$\delta_{activa,z} = 2,48 \cdot 1,11 \cdot \frac{5^4}{935} = 1,84 \text{ mm}$$

$$\delta_{activa,y} = K_3 \cdot q_y \cdot \frac{s^4}{I_z}$$

$$\delta_{activa,y} = 2,48 \cdot 0,39 \cdot \frac{5^4}{54,7} = 11,05 \text{ mm}$$

$$\delta_{activa,total} = \sqrt{\delta_{activa,z}^2 + \delta_{activa,y}^2} = \sqrt{1,84^2 + 11,05^2} = 11,20 \text{ mm}$$

$$S_{max,adm} = L/300 = 5000/300 = 16,67 \text{ mm}$$

$$11,20 \text{ mm} < 16,67 \text{ mm}$$

Cumple

El perfil elegido para las correas de la fachada es IPN 160 con peso 17,9 Kg/m (S275 JR)

5. Cálculo del pórtico

La normativa utilizada para el cálculo del pórtico es EAE, aplicable a las estructuras y elementos de acero estructural de edificio y obra de ingeniería civil.

1. Las cargas a tener en cuenta a la hora de calcular el pórtico son las siguientes:

A) Cargas aplicables a dinteles

a. Carga permanente (gravitacional)

Carga permanente es el peso del cerramiento, el falso techo y una carga de 40 Kg/m².

- Peso cerramiento cubierta: 10 Kg/m² x 5m = 50 Kg/m
- Peso falso techo: 7.37 Kg/m² x 5m = 36,85 Kg/m
- **Total carga permanente en dinteles:** 40 Kg/m² x 5m + 50 Kg/m + 36,85 Kg/m = 286,85 Kg/m = **2,87 kN/m**

b. **Sobrecarga de uso (gravitacional)** = 0,4 kN/m² x 5m = **2 kN/m**

c. **Carga de nieve (gravitacional)** = 0,601 kN/m² x 5m = **3,005 kN/m**

d. Carga de viento (perpendicular al faldón):

▪ Caso A

- Dintel Izquierdo = 0,07 kN/m² x 5 m = **0,35 kN/m**
- Dintel derecho = -0,352 kN/m² x 5 m = **-1,76 kN/m**

▪ Caso B

- Dintel Izquierdo = - 0,458 kN/m² x 5 m = **-2,29 kN/m**
- Dintel derecho = -0,458 kN/m² x 5 m = **-2,29 kN/m**

B) Cargas aplicables a pilares

a. Carga permanente (gravitacional)

Peso cerramiento de la fachada 7,37 Kg/m² x 5m = 36,85 Kg/m = **0,37 kN/m**

b. Carga de viento (perpendicular)

▪ Caso A

- Pilar Izquierdo = 0,493 kN/m² x 5 m = **2,47kN/m**
- Pilar derecho = -0,211 kN/m² x 5 m = **-1,06 kN/m**

▪ Caso B

- Pilar Izquierdo = - 0,261 kN/m² x 5 m = **-1,31 kN/m**
- Pilar derecho = -0,261 kN/m² x 5 m = **-1,31 kN/m**

Modelo resistente del pórtico:

Un pórtico a dos aguas empotrado en su base.

Combinaciones de las acciones a considerar:

$$\begin{aligned} &\gamma_{CP} + \gamma_{SU} + (\Psi\gamma_N + \Psi\gamma_{V_A}) \\ &\gamma_{CP} + \gamma_{SU} + (\Psi\gamma_N + \Psi\gamma_{V_B}) \\ &\gamma_{CP} + \gamma_N + (\Psi\gamma_{SU} + \Psi\gamma_{V_A}) \\ &\gamma_{CP} + \gamma_N + (\Psi\gamma_{SU} + \Psi\gamma_{V_B}) \\ &\gamma_{CP} + \gamma_{V_A} + (\Psi\gamma_N + \Psi\gamma_{SU}) \\ &\gamma_{CP} + \gamma_{V_B} \end{aligned}$$

ESTADOS LÍMITE ÚLTIMO (ELU):**Los coeficientes de seguridad y los coeficientes de simultaneidad:**

$\gamma_{CP} = 1,35$

$\gamma_N = 1,5$

$\gamma_V = 1,5$

$\gamma_{SU} = 1,5$

$\Psi_N = 0,5$

$\Psi_V = 0,6$

$\Psi_{SU} = 0$

1. $1,35 \times CP + 1,5 \times SU + (0,5 \times 1,5 \times N + 0,6 \times 1,5 \times V_A)$
2. $1,35 \times CP + 1,5 \times SU + (0,5 \times 1,5 \times N + 0,6 \times 1,5 \times V_B)$
3. $1,35 \times CP + 1,5 \times N + (0,6 \times 1,5 \times V_A + 0 \times 1,5 \times SU)$
4. $1,35 \times CP + 1,5 \times N + (0,6 \times 1,5 \times V_B + 0 \times 1,5 \times SU)$
5. $1,35 \times CP + 1,5 \times V_A + (0,5 \times 1,5 \times N + 0 \times 1,5 \times SU)$
6. $1,35 \times CP + 1,5 \times V_B$

En la siguiente tabla se refleja las diferentes cargas aplicadas al pórtico (Mayoradas):

Combinación	Barra	CP (kN/m)	SU (kN/m)	N (kN/m)	V _A (kN/m)	V _B (kN/m)
1	1	0,4995	0	0	2,2223	-
1	2	3,8725	3	2,2538	0,1354	-
1	3	3,8725	3	2,2538	-1,584	-
1	4	0,4995	0	0	-0,954	-
2	1	0,4995	0	0	-	-1,179
2	2	3,8725	3	2,2538	-	-2,061
2	3	3,8725	3	2,2538	-	-2,061
2	4	0,4995	0	0	-	-1,179
3	1	0,4995	0	0	2,2223	-
3	2	3,8725	0	4,5075	0,315	-
3	3	3,8725	0	4,5075	-1,584	-
3	4	0,4995	0	0	-0,954	-
4	1	0,4995	0	0	-	-1,179
4	2	3,8725	0	4,5075	-	-2,061
4	3	3,8725	0	4,5075	-	-2,061
4	4	0,4995	0	0	-	-1,179
5	1	0,4995	0	0	3,705	-
5	2	3,8725	0	2,2538	0,525	-
5	3	3,8725	0	2,2538	-2,64	-
5	4	0,4995	0	0	-1,59	-

6	1	0,4995	0	0	-	-1,965
6	2	3,8725	0	0	-	-3,435
6	3	3,8725	0	0	-	-3,435
6	4	0,4995	0	0	-	-1,965

2. Solicitaciones en cada barra para cada combinación de acciones

Esfuerzos combinación 1

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	0,00	0,000	0,000	-149,412	198,320	575,922
1	1,00	0,000	1,000	-148,913	200,542	376,491
1	1,00	0,000	1,000	-148,913	200,542	376,491
1	2,00	0,000	2,000	-148,413	202,764	174,838
1	2,00	0,000	2,000	-148,413	202,764	174,838
1	3,00	0,000	3,000	-147,914	204,987	-29,038
1	3,00	0,000	3,000	-147,914	204,987	-29,038
1	4,00	0,000	4,000	-147,414	207,209	-235,136
1	4,00	0,000	4,000	-147,414	207,209	-235,136
1	5,00	0,000	5,000	-146,915	209,431	-443,456
1	5,00	0,000	5,000	-231,832	-108,164	-443,456
2	1,02	1,000	5,177	-230,107	-98,099	-338,721
2	1,02	1,000	5,177	-230,012	-98,322	-338,721
2	2,03	2,000	5,353	-228,287	-88,259	-243,997
2	2,03	2,000	5,353	-228,373	-88,038	-243,997
2	3,05	3,000	5,530	-226,648	-77,973	-159,701
2	3,05	3,000	5,530	-226,648	-77,973	-159,701
2	4,06	4,000	5,707	-224,923	-67,908	-85,627
2	4,06	4,000	5,707	-224,857	-68,126	-85,627
2	5,08	5,000	5,883	-223,132	-58,063	-21,563
2	5,08	5,000	5,883	-223,189	-57,846	-21,563
2	6,09	6,000	6,060	-221,464	-47,782	32,072

2	6,09	6,000	6,060	-221,464	-47,782	32,072
2	7,11	7,000	6,237	-219,739	-37,717	75,486
2	7,11	7,000	6,237	-219,702	-37,930	75,486
2	8,12	8,000	6,413	-217,978	-27,867	108,889
2	8,12	8,000	6,413	-218,004	-27,655	108,889
2	9,14	9,000	6,590	-216,280	-17,590	131,864
2	9,14	9,000	6,590	-216,280	-17,590	131,864
2	10,15	10,000	6,767	-214,555	-7,525	144,617
2	10,15	10,000	6,767	-214,547	-7,733	144,617
2	11,17	11,000	6,943	-212,823	2,330	147,360
2	11,17	11,000	6,943	-212,820	2,536	147,360
2	12,19	12,000	7,120	-211,096	12,601	139,674
2	12,19	12,000	7,120	-211,096	12,601	139,674
2	13,20	13,000	7,297	-209,371	22,666	121,766
2	13,20	13,000	7,297	-209,393	22,463	121,766
2	14,22	14,000	7,473	-207,668	32,526	93,849
2	14,22	14,000	7,473	-207,636	32,727	93,849
2	15,23	15,000	7,650	-205,915	42,770	55,502
2	15,23	15,000	7,650	-208,086	-30,508	55,502
3	1,02	16,000	7,473	-209,810	-22,372	82,353
3	1,02	16,000	7,473	-209,832	-22,169	82,353
3	2,03	17,000	7,297	-211,557	-14,034	100,733
3	2,03	17,000	7,297	-211,543	-14,239	100,733
3	3,05	18,000	7,120	-213,268	-6,102	111,061
3	3,05	18,000	7,120	-213,268	-6,102	111,061
3	4,06	19,000	6,943	-214,993	2,034	113,127
3	4,06	19,000	6,943	-214,991	2,242	113,127
3	5,08	20,000	6,767	-216,715	10,377	106,720
3	5,08	20,000	6,767	-216,725	10,167	106,720

3	6,09	21,000	6,590	-218,450	18,304	92,263
3	6,09	21,000	6,590	-218,450	18,304	92,263
3	7,11	22,000	6,413	-220,175	26,440	69,544
3	7,11	22,000	6,413	-220,149	26,654	69,544
3	8,12	23,000	6,237	-221,874	34,789	38,351
3	8,12	23,000	6,237	-221,907	34,573	38,351
3	9,14	24,000	6,060	-223,632	42,710	-0,892
3	9,14	24,000	6,060	-223,632	42,710	-0,892
3	10,15	25,000	5,883	-225,357	50,846	-48,397
3	10,15	25,000	5,883	-225,308	51,065	-48,397
3	11,17	26,000	5,707	-227,032	59,200	-104,376
3	11,17	26,000	5,707	-227,089	58,979	-104,376
3	12,19	27,000	5,530	-228,814	67,116	-168,404
3	12,19	27,000	5,530	-228,814	67,116	-168,404
3	13,20	28,000	5,353	-230,539	75,252	-240,694
3	13,20	28,000	5,353	-230,466	75,476	-240,694
3	14,22	29,000	5,177	-232,191	83,611	-321,460
3	14,22	29,000	5,177	-232,272	83,386	-321,460
3	15,23	30,000	5,000	-233,993	91,504	-410,273
3	15,23	30,000	5,000	-130,886	-214,463	-410,273
4	1,00	30,000	4,000	-131,385	-215,417	-195,333
4	1,00	30,000	4,000	-131,385	-215,417	-195,333
4	2,00	30,000	3,000	-131,885	-216,371	20,561
4	2,00	30,000	3,000	-131,885	-216,371	20,561
4	3,00	30,000	2,000	-132,384	-217,325	237,409
4	3,00	30,000	2,000	-132,384	-217,325	237,409
4	4,00	30,000	1,000	-132,884	-218,279	455,211
4	4,00	30,000	1,000	-132,884	-218,279	455,211
4	5,00	30,000	0,000	-133,383	-219,233	673,967

Esfuerzos combinación 2

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	0,00	0,000	0,000	-110,589	170,023	500,089
1	1,00	0,000	1,000	-110,089	168,844	330,656
1	1,00	0,000	1,000	-110,089	168,844	330,656
1	2,00	0,000	2,000	-109,590	167,665	162,402
1	2,00	0,000	2,000	-109,590	167,665	162,402
1	3,00	0,000	3,000	-109,090	166,486	-4,673
1	3,00	0,000	3,000	-109,090	166,486	-4,673
1	4,00	0,000	4,000	-108,591	165,307	-170,569
1	4,00	0,000	4,000	-108,591	165,307	-170,569
1	5,00	0,000	5,000	-108,091	164,128	-335,287
1	5,00	0,000	5,000	-180,455	-77,831	-335,287
2	1,02	1,000	5,177	-178,840	-70,798	-259,817
2	1,02	1,000	5,177	-178,771	-70,971	-259,817
2	2,03	2,000	5,353	-177,156	-63,939	-191,325
2	2,03	2,000	5,353	-177,218	-63,767	-191,325
2	3,05	3,000	5,530	-175,602	-56,734	-130,138
2	3,05	3,000	5,530	-175,602	-56,734	-130,138
2	4,06	4,000	5,707	-173,987	-49,701	-76,094
2	4,06	4,000	5,707	-173,939	-49,869	-76,094
2	5,08	5,000	5,883	-172,324	-42,837	-29,028
2	5,08	5,000	5,883	-172,365	-42,670	-29,028
2	6,09	6,000	6,060	-170,750	-35,637	10,734
2	6,09	6,000	6,060	-170,750	-35,637	10,734
2	7,11	7,000	6,237	-169,134	-28,604	43,353
2	7,11	7,000	6,237	-169,106	-28,768	43,353
2	8,12	8,000	6,413	-167,491	-21,736	68,993
2	8,12	8,000	6,413	-167,512	-21,573	68,993

2	9,14	9,000	6,590	-165,897	-14,540	87,330
2	9,14	9,000	6,590	-165,897	-14,540	87,330
2	10,15	10,000	6,767	-164,282	-7,507	98,525
2	10,15	10,000	6,767	-164,274	-7,666	98,525
2	11,17	11,000	6,943	-162,659	-0,634	102,739
2	11,17	11,000	6,943	-162,660	-0,476	102,739
2	12,19	12,000	7,120	-161,044	6,557	99,651
2	12,19	12,000	7,120	-161,044	6,557	99,651
2	13,20	13,000	7,297	-159,429	13,590	89,420
2	13,20	13,000	7,297	-159,442	13,436	89,420
2	14,22	14,000	7,473	-157,827	20,468	72,208
2	14,22	14,000	7,473	-157,807	20,621	72,208
2	15,23	15,000	7,650	-156,195	27,638	47,695
2	15,23	15,000	7,650	-156,193	-27,654	47,695
3	1,02	16,000	7,473	-157,808	-20,621	72,208
3	1,02	16,000	7,473	-157,828	-20,468	72,208
3	2,03	17,000	7,297	-159,443	-13,436	89,421
3	2,03	17,000	7,297	-159,430	-13,591	89,421
3	3,05	18,000	7,120	-161,045	-6,557	99,651
3	3,05	18,000	7,120	-161,045	-6,557	99,651
3	4,06	19,000	6,943	-162,661	0,476	102,739
3	4,06	19,000	6,943	-162,660	0,634	102,739
3	5,08	20,000	6,767	-164,275	7,666	98,526
3	5,08	20,000	6,767	-164,283	7,506	98,526
3	6,09	21,000	6,590	-165,898	14,540	87,331
3	6,09	21,000	6,590	-165,898	14,540	87,331
3	7,11	22,000	6,413	-167,513	21,573	68,994
3	7,11	22,000	6,413	-167,492	21,735	68,994
3	8,12	23,000	6,237	-169,107	28,767	43,355

3	8,12	23,000	6,237	-169,135	28,603	43,355
3	9,14	24,000	6,060	-170,750	35,637	10,735
3	9,14	24,000	6,060	-170,750	35,637	10,735
3	10,15	25,000	5,883	-172,366	42,670	-29,027
3	10,15	25,000	5,883	-172,324	42,837	-29,027
3	11,17	26,000	5,707	-173,939	49,869	-76,092
3	11,17	26,000	5,707	-173,988	49,700	-76,092
3	12,19	27,000	5,530	-175,603	56,734	-130,137
3	12,19	27,000	5,530	-175,603	56,734	-130,137
3	13,20	28,000	5,353	-177,218	63,767	-191,323
3	13,20	28,000	5,353	-177,157	63,939	-191,323
3	14,22	29,000	5,177	-178,772	70,971	-259,815
3	14,22	29,000	5,177	-178,840	70,798	-259,815
3	15,23	30,000	5,000	-180,452	77,815	-335,284
3	15,23	30,000	5,000	-108,075	-164,128	-335,284
4	1,00	30,000	4,000	-108,575	-165,307	-170,567
4	1,00	30,000	4,000	-108,575	-165,307	-170,567
4	2,00	30,000	3,000	-109,074	-166,486	-4,671
4	2,00	30,000	3,000	-109,074	-166,486	-4,671
4	3,00	30,000	2,000	-109,574	-167,665	162,404
4	3,00	30,000	2,000	-109,574	-167,665	162,404
4	4,00	30,000	1,000	-110,073	-168,844	330,658
4	4,00	30,000	1,000	-110,073	-168,844	330,658
4	5,00	30,000	0,000	-110,573	-170,023	500,092

Esfuerzos combinación 3

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	0,00	0,000	0,000	-128,622	166,740	481,982
1	1,00	0,000	1,000	-128,122	168,962	314,131

1	1,00	0,000	1,000	-128,122	168,962	314,131
1	2,00	0,000	2,000	-127,623	171,184	144,058
1	2,00	0,000	2,000	-127,623	171,184	144,058
1	3,00	0,000	3,000	-127,123	173,406	-28,237
1	3,00	0,000	3,000	-127,123	173,406	-28,237
1	4,00	0,000	4,000	-126,624	175,629	-202,754
1	4,00	0,000	4,000	-126,624	175,629	-202,754
1	5,00	0,000	5,000	-126,124	177,851	-379,494
1	5,00	0,000	5,000	-197,111	-93,196	-379,494
2	1,02	1,000	5,177	-195,628	-84,496	-289,267
2	1,02	1,000	5,177	-195,546	-84,686	-289,267
2	2,03	2,000	5,353	-194,063	-75,987	-207,696
2	2,03	2,000	5,353	-194,136	-75,799	-207,696
2	3,05	3,000	5,530	-192,653	-67,099	-135,136
2	3,05	3,000	5,530	-192,653	-67,099	-135,136
2	4,06	4,000	5,707	-191,170	-58,399	-71,412
2	4,06	4,000	5,707	-191,113	-58,585	-71,412
2	5,08	5,000	5,883	-189,630	-49,886	-16,343
2	5,08	5,000	5,883	-189,679	-49,702	-16,343
2	6,09	6,000	6,060	-188,195	-41,002	29,715
2	6,09	6,000	6,060	-188,195	-41,002	29,715
2	7,11	7,000	6,237	-186,712	-32,303	66,937
2	7,11	7,000	6,237	-186,681	-32,484	66,937
2	8,12	8,000	6,413	-185,198	-23,785	95,504
2	8,12	8,000	6,413	-185,221	-23,606	95,504
2	9,14	9,000	6,590	-183,737	-14,906	115,059
2	9,14	9,000	6,590	-183,737	-14,906	115,059
2	10,15	10,000	6,767	-182,254	-6,206	125,778

2	10,15	10,000	6,767	-182,248	-6,383	125,778
2	11,17	11,000	6,943	-180,765	2,316	127,843
2	11,17	11,000	6,943	-180,763	2,491	127,843
2	12,19	12,000	7,120	-179,279	11,191	120,896
2	12,19	12,000	7,120	-179,279	11,191	120,896
2	13,20	13,000	7,297	-177,796	19,891	105,113
2	13,20	13,000	7,297	-177,815	19,719	105,113
2	14,22	14,000	7,473	-176,332	28,417	80,675
2	14,22	14,000	7,473	-176,305	28,588	80,675
2	15,23	15,000	7,650	-174,825	37,268	47,225
2	15,23	15,000	7,650	-176,995	-25,004	47,225
3	1,02	16,000	7,473	-178,479	-18,233	69,180
3	1,02	16,000	7,473	-178,496	-18,059	69,180
3	2,03	17,000	7,297	-179,979	-11,289	84,080
3	2,03	17,000	7,297	-179,968	-11,464	84,080
3	3,05	18,000	7,120	-181,452	-4,692	92,283
3	3,05	18,000	7,120	-181,452	-4,692	92,283
3	4,06	19,000	6,943	-182,935	2,079	93,610
3	4,06	19,000	6,943	-182,933	2,256	93,610
3	5,08	20,000	6,767	-184,416	9,027	87,882
3	5,08	20,000	6,767	-184,424	8,848	87,882
3	6,09	21,000	6,590	-185,908	15,619	75,458
3	6,09	21,000	6,590	-185,908	15,619	75,458
3	7,11	22,000	6,413	-187,391	22,391	56,158
3	7,11	22,000	6,413	-187,369	22,572	56,158
3	8,12	23,000	6,237	-188,852	29,342	29,802
3	8,12	23,000	6,237	-188,881	29,159	29,802
3	9,14	24,000	6,060	-190,364	35,931	-3,249
3	9,14	24,000	6,060	-190,364	35,931	-3,249

3	10,15	25,000	5,883	-191,847	42,702	-43,177
3	10,15	25,000	5,883	-191,806	42,888	-43,177
3	11,17	26,000	5,707	-193,289	49,658	-90,161
3	11,17	26,000	5,707	-193,337	49,471	-90,161
3	12,19	27,000	5,530	-194,820	56,242	-143,839
3	12,19	27,000	5,530	-194,820	56,242	-143,839
3	13,20	28,000	5,353	-196,303	63,014	-204,394
3	13,20	28,000	5,353	-196,242	63,204	-204,394
3	14,22	29,000	5,177	-197,725	69,974	-272,006
3	14,22	29,000	5,177	-197,793	69,782	-272,006
3	15,23	30,000	5,000	-199,273	76,539	-346,312
3	15,23	30,000	5,000	-110,098	-182,883	-346,312
4	1,00	30,000	4,000	-110,598	-183,837	-162,952
4	1,00	30,000	4,000	-110,598	-183,837	-162,952
4	2,00	30,000	3,000	-111,097	-184,791	21,361
4	2,00	30,000	3,000	-111,097	-184,791	21,361
4	3,00	30,000	2,000	-111,597	-185,745	206,629
4	3,00	30,000	2,000	-111,597	-185,745	206,629
4	4,00	30,000	1,000	-112,096	-186,699	392,851
4	4,00	30,000	1,000	-112,096	-186,699	392,851
4	5,00	30,000	0,000	-112,596	-187,653	580,026

Esfuerzos combinación 4

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	0,00	0,000	0,000	-99,222	152,756	448,728
1	1,00	0,000	1,000	-98,722	151,577	296,561
1	1,00	0,000	1,000	-98,722	151,577	296,561
1	2,00	0,000	2,000	-98,223	150,398	145,574
1	2,00	0,000	2,000	-98,223	150,398	145,574

1	3,00	0,000	3,000	-97,723	149,219	-4,235
1	3,00	0,000	3,000	-97,723	149,219	-4,235
1	4,00	0,000	4,000	-97,224	148,040	-152,865
1	4,00	0,000	4,000	-97,224	148,040	-152,865
1	5,00	0,000	5,000	-96,724	146,861	-300,316
1	5,00	0,000	5,000	-161,472	-69,647	-300,316
2	1,02	1,000	5,177	-159,988	-63,360	-232,779
2	1,02	1,000	5,177	-159,927	-63,515	-232,779
2	2,03	2,000	5,353	-158,444	-57,230	-171,478
2	2,03	2,000	5,353	-158,499	-57,076	-171,478
2	3,05	3,000	5,530	-157,016	-50,789	-116,708
2	3,05	3,000	5,530	-157,016	-50,789	-116,708
2	4,06	4,000	5,707	-155,533	-44,502	-68,322
2	4,06	4,000	5,707	-155,490	-44,653	-68,322
2	5,08	5,000	5,883	-154,007	-38,367	-26,174
2	5,08	5,000	5,883	-154,044	-38,217	-26,174
2	6,09	6,000	6,060	-152,561	-31,930	9,445
2	6,09	6,000	6,060	-152,561	-31,930	9,445
2	7,11	7,000	6,237	-151,077	-25,644	38,680
2	7,11	7,000	6,237	-151,052	-25,790	38,680
2	8,12	8,000	6,413	-149,569	-19,504	61,675
2	8,12	8,000	6,413	-149,588	-19,359	61,675
2	9,14	9,000	6,590	-148,105	-13,072	78,142
2	9,14	9,000	6,590	-148,105	-13,072	78,142
2	10,15	10,000	6,767	-146,622	-6,785	88,225
2	10,15	10,000	6,767	-146,615	-6,927	88,225
2	11,17	11,000	6,943	-145,132	-0,641	92,068
2	11,17	11,000	6,943	-145,133	-0,501	92,068
2	12,19	12,000	7,120	-143,649	5,786	89,384

2	12,19	12,000	7,120	-143,649	5,786	89,384
2	13,20	13,000	7,297	-142,166	12,073	80,315
2	13,20	13,000	7,297	-142,178	11,935	80,315
2	14,22	14,000	7,473	-140,695	18,221	65,005
2	14,22	14,000	7,473	-140,677	18,358	65,005
2	15,23	15,000	7,650	-139,197	24,631	43,170
2	15,23	15,000	7,650	-139,194	-24,645	43,170
3	1,02	16,000	7,473	-140,678	-18,358	65,006
3	1,02	16,000	7,473	-140,695	-18,221	65,006
3	2,03	17,000	7,297	-142,178	-11,935	80,316
3	2,03	17,000	7,297	-142,167	-12,073	80,316
3	3,05	18,000	7,120	-143,650	-5,786	89,384
3	3,05	18,000	7,120	-143,650	-5,786	89,384
3	4,06	19,000	6,943	-145,133	0,501	92,068
3	4,06	19,000	6,943	-145,133	0,641	92,068
3	5,08	20,000	6,767	-146,616	6,927	88,226
3	5,08	20,000	6,767	-146,622	6,785	88,226
3	6,09	21,000	6,590	-148,106	13,072	78,143
3	6,09	21,000	6,590	-148,106	13,072	78,143
3	7,11	22,000	6,413	-149,589	19,359	61,676
3	7,11	22,000	6,413	-149,570	19,504	61,676
3	8,12	23,000	6,237	-151,053	25,790	38,681
3	8,12	23,000	6,237	-151,078	25,643	38,681
3	9,14	24,000	6,060	-152,561	31,930	9,446
3	9,14	24,000	6,060	-152,561	31,930	9,446
3	10,15	25,000	5,883	-154,045	38,217	-26,173
3	10,15	25,000	5,883	-154,007	38,367	-26,173
3	11,17	26,000	5,707	-155,490	44,653	-68,320
3	11,17	26,000	5,707	-155,534	44,502	-68,320

3	12,19	27,000	5,530	-157,017	50,789	-116,706
3	12,19	27,000	5,530	-157,017	50,789	-116,706
3	13,20	28,000	5,353	-158,500	57,076	-171,477
3	13,20	28,000	5,353	-158,445	57,229	-171,477
3	14,22	29,000	5,177	-159,928	63,515	-232,777
3	14,22	29,000	5,177	-159,989	63,360	-232,777
3	15,23	30,000	5,000	-161,469	69,633	-300,314
3	15,23	30,000	5,000	-96,710	-146,861	-300,314
4	1,00	30,000	4,000	-97,209	-148,040	-152,863
4	1,00	30,000	4,000	-97,209	-148,040	-152,863
4	2,00	30,000	3,000	-97,709	-149,219	-4,233
4	2,00	30,000	3,000	-97,709	-149,219	-4,233
4	3,00	30,000	2,000	-98,208	-150,398	145,576
4	3,00	30,000	2,000	-98,208	-150,398	145,576
4	4,00	30,000	1,000	-98,708	-151,577	296,564
4	4,00	30,000	1,000	-98,708	-151,577	296,564
4	5,00	30,000	0,000	-99,207	-152,756	448,730

Esfuerzos combinación 5

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	0,00	0,000	0,000	-93,287	96,501	263,714
1	1,00	0,000	1,000	-92,787	100,206	165,361
1	1,00	0,000	1,000	-92,787	100,206	165,361
1	2,00	0,000	2,000	-92,288	103,911	63,302
1	2,00	0,000	2,000	-92,288	103,911	63,302
1	3,00	0,000	3,000	-91,788	107,616	-42,461
1	3,00	0,000	3,000	-91,788	107,616	-42,461
1	4,00	0,000	4,000	-91,289	111,321	-151,930
1	4,00	0,000	4,000	-91,289	111,321	-151,930
1	5,00	0,000	5,000	-90,789	115,026	-265,103

1	5,00	0,000	5,000	-129,089	-69,352	-265,103
2	1,02	1,000	5,177	-128,005	-62,692	-198,055
2	1,02	1,000	5,177	-127,944	-62,816	-198,055
2	2,03	2,000	5,353	-126,860	-56,158	-137,653
2	2,03	2,000	5,353	-126,914	-56,035	-137,653
2	3,05	3,000	5,530	-125,830	-49,375	-84,129
2	3,05	3,000	5,530	-125,830	-49,375	-84,129
2	4,06	4,000	5,707	-124,745	-42,716	-37,368
2	4,06	4,000	5,707	-124,704	-42,837	-37,368
2	5,08	5,000	5,883	-123,620	-36,179	2,747
2	5,08	5,000	5,883	-123,655	-36,059	2,747
2	6,09	6,000	6,060	-122,570	-29,399	35,985
2	6,09	6,000	6,060	-122,570	-29,399	35,985
2	7,11	7,000	6,237	-121,486	-22,740	62,460
2	7,11	7,000	6,237	-121,464	-22,858	62,460
2	8,12	8,000	6,413	-120,380	-16,199	82,288
2	8,12	8,000	6,413	-120,395	-16,082	82,288
2	9,14	9,000	6,590	-119,311	-9,423	95,239
2	9,14	9,000	6,590	-119,311	-9,423	95,239
2	10,15	10,000	6,767	-118,227	-2,764	101,427
2	10,15	10,000	6,767	-118,224	-2,878	101,427
2	11,17	11,000	6,943	-117,140	3,780	100,969
2	11,17	11,000	6,943	-117,136	3,894	100,969
2	12,19	12,000	7,120	-116,052	10,553	93,634
2	12,19	12,000	7,120	-116,052	10,553	93,634
2	13,20	13,000	7,297	-114,967	17,213	79,535
2	13,20	13,000	7,297	-114,984	17,101	79,535
2	14,22	14,000	7,473	-113,900	23,759	58,791
2	14,22	14,000	7,473	-113,877	23,870	58,791

2	15,23	15,000	7,650	-112,795	30,514	31,168
2	15,23	15,000	7,650	-116,416	-10,056	31,168
3	1,02	16,000	7,473	-117,500	-6,611	39,631
3	1,02	16,000	7,473	-117,507	-6,497	39,631
3	2,03	17,000	7,297	-118,591	-3,052	44,479
3	2,03	17,000	7,297	-118,588	-3,167	44,479
3	3,05	18,000	7,120	-119,672	0,278	45,946
3	3,05	18,000	7,120	-119,672	0,278	45,946
3	4,06	19,000	6,943	-120,756	3,723	43,914
3	4,06	19,000	6,943	-120,753	3,841	43,914
3	5,08	20,000	6,767	-121,837	7,285	38,265
3	5,08	20,000	6,767	-121,844	7,167	38,265
3	6,09	21,000	6,590	-122,928	10,612	29,237
3	6,09	21,000	6,590	-122,928	10,612	29,237
3	7,11	22,000	6,413	-124,013	14,058	16,711
3	7,11	22,000	6,413	-123,999	14,178	16,711
3	8,12	23,000	6,237	-125,083	17,623	0,566
3	8,12	23,000	6,237	-125,100	17,501	0,566
3	9,14	24,000	6,060	-126,185	20,947	-18,957
3	9,14	24,000	6,060	-126,185	20,947	-18,957
3	10,15	25,000	5,883	-127,269	24,392	-41,978
3	10,15	25,000	5,883	-127,245	24,515	-41,978
3	11,17	26,000	5,707	-128,329	27,960	-68,619
3	11,17	26,000	5,707	-128,356	27,835	-68,619
3	12,19	27,000	5,530	-129,441	31,281	-98,636
3	12,19	27,000	5,530	-129,441	31,281	-98,636
3	13,20	28,000	5,353	-130,525	34,726	-132,153
3	13,20	28,000	5,353	-130,491	34,853	-132,153
3	14,22	29,000	5,177	-131,576	38,297	-169,290

3	14,22	29,000	5,177	-131,613	38,170	-169,290
3	15,23	30,000	5,000	-132,695	41,607	-209,802
3	15,23	30,000	5,000	-64,098	-123,412	-209,802
4	1,00	30,000	4,000	-64,597	-125,002	-85,595
4	1,00	30,000	4,000	-64,597	-125,002	-85,595
4	2,00	30,000	3,000	-65,097	-126,592	40,202
4	2,00	30,000	3,000	-65,097	-126,592	40,202
4	3,00	30,000	2,000	-65,596	-128,182	167,588
4	3,00	30,000	2,000	-65,596	-128,182	167,588
4	4,00	30,000	1,000	-66,096	-129,772	296,565
4	4,00	30,000	1,000	-66,096	-129,772	296,565
4	5,00	30,000	0,000	-66,595	-131,362	427,132

Esfuerzos combinación 6

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	0,00	0,000	0,000	-9,961	21,065	53,222
1	1,00	0,000	1,000	-9,462	19,100	33,139
1	1,00	0,000	1,000	-9,462	19,100	33,139
1	2,00	0,000	2,000	-8,962	17,135	15,022
1	2,00	0,000	2,000	-8,962	17,135	15,022
1	3,00	0,000	3,000	-8,463	15,170	-1,131
1	3,00	0,000	3,000	-8,463	15,170	-1,131
1	4,00	0,000	4,000	-7,963	13,205	-15,319
1	4,00	0,000	4,000	-7,963	13,205	-15,319
1	5,00	0,000	5,000	-7,464	11,240	-27,541
1	5,00	0,000	5,000	-12,369	-5,390	-27,541
2	1,02	1,000	5,177	-11,683	-5,006	-22,262
2	1,02	1,000	5,177	-11,679	-5,018	-22,262

2	2,03	2,000	5,353	-10,993	-4,633	-17,362
2	2,03	2,000	5,353	-10,998	-4,623	-17,362
2	3,05	3,000	5,530	-10,312	-4,239	-12,863
2	3,05	3,000	5,530	-10,312	-4,239	-12,863
2	4,06	4,000	5,707	-9,627	-3,855	-8,753
2	4,06	4,000	5,707	-9,623	-3,864	-8,753
2	5,08	5,000	5,883	-8,938	-3,480	-5,025
2	5,08	5,000	5,883	-8,941	-3,471	-5,025
2	6,09	6,000	6,060	-8,256	-3,087	-1,695
2	6,09	6,000	6,060	-8,256	-3,087	-1,695
2	7,11	7,000	6,237	-7,570	-2,703	1,245
2	7,11	7,000	6,237	-7,568	-2,710	1,245
2	8,12	8,000	6,413	-6,882	-2,326	3,802
2	8,12	8,000	6,413	-6,885	-2,320	3,802
2	9,14	9,000	6,590	-6,199	-1,936	5,963
2	9,14	9,000	6,590	-6,199	-1,936	5,963
2	10,15	10,000	6,767	-5,514	-1,551	7,734
2	10,15	10,000	6,767	-5,512	-1,557	7,734
2	11,17	11,000	6,943	-4,827	-1,173	9,119
2	11,17	11,000	6,943	-4,828	-1,168	9,119
2	12,19	12,000	7,120	-4,143	-0,784	10,111
2	12,19	12,000	7,120	-4,143	-0,784	10,111
2	13,20	13,000	7,297	-3,457	-0,400	10,712
2	13,20	13,000	7,297	-3,457	-0,403	10,712
2	14,22	14,000	7,473	-2,772	-0,019	10,926
2	14,22	14,000	7,473	-2,772	-0,016	10,926
2	15,23	15,000	7,650	-2,088	0,367	10,748
2	15,23	15,000	7,650	-2,087	-0,372	10,748
3	1,02	16,000	7,473	-2,772	0,013	10,930

3	1,02	16,000	7,473	-2,772	0,016	10,930
3	2,03	17,000	7,297	-3,458	0,401	10,719
3	2,03	17,000	7,297	-3,458	0,397	10,719
3	3,05	18,000	7,120	-4,144	0,782	10,120
3	3,05	18,000	7,120	-4,144	0,782	10,120
3	4,06	19,000	6,943	-4,829	1,167	9,130
3	4,06	19,000	6,943	-4,828	1,172	9,130
3	5,08	20,000	6,767	-5,514	1,557	7,745
3	5,08	20,000	6,767	-5,515	1,551	7,745
3	6,09	21,000	6,590	-6,201	1,936	5,974
3	6,09	21,000	6,590	-6,201	1,936	5,974
3	7,11	22,000	6,413	-6,886	2,321	3,813
3	7,11	22,000	6,413	-6,884	2,327	3,813
3	8,12	23,000	6,237	-7,569	2,712	1,255
3	8,12	23,000	6,237	-7,572	2,704	1,255
3	9,14	24,000	6,060	-8,258	3,089	-1,687
3	9,14	24,000	6,060	-8,258	3,089	-1,687
3	10,15	25,000	5,883	-8,943	3,473	-5,019
3	10,15	25,000	5,883	-8,940	3,482	-5,019
3	11,17	26,000	5,707	-9,625	3,866	-8,750
3	11,17	26,000	5,707	-9,629	3,857	-8,750
3	12,19	27,000	5,530	-10,314	4,241	-12,862
3	12,19	27,000	5,530	-10,314	4,241	-12,862
3	13,20	28,000	5,353	-11,000	4,626	-17,365
3	13,20	28,000	5,353	-10,995	4,636	-17,365
3	14,22	29,000	5,177	-11,681	5,021	-22,268
3	14,22	29,000	5,177	-11,685	5,009	-22,268
3	15,23	30,000	5,000	-12,369	5,393	-27,550
3	15,23	30,000	5,000	-7,466	-11,240	-27,550

4	1,00	30,000	4,000	-7,965	-13,205	-15,327
4	1,00	30,000	4,000	-7,965	-13,205	-15,327
4	2,00	30,000	3,000	-8,465	-15,170	-1,139
4	2,00	30,000	3,000	-8,465	-15,170	-1,139
4	3,00	30,000	2,000	-8,964	-17,135	15,013
4	3,00	30,000	2,000	-8,964	-17,135	15,013
4	4,00	30,000	1,000	-9,464	-19,100	33,131
4	4,00	30,000	1,000	-9,464	-19,100	33,131
4	5,00	30,000	0,000	-9,963	-21,065	53,213

3. Solicitaciones máximas

En la siguiente tabla se refleja las solicitaciones máximas para comprobación ELU

Combinación	Pilares (derecho e izquierdo)			Dinteles (derecho e izquierdo)		
	M_{max}	N_{max}	V_{max}	M_{max}	N_{max}	V_{max}
1	673,967	-231,832	-219,233	-410,273	-233,993	-214,463
2	500,092	-110,589	170,023	-335,284	-180,452	-164,128
3	580,026	-187,589	-197,111	346,312	-195,628	-182,883
4	448,730	-161,472	152,756	-300,314	-161,469	-146,861
5	427,132	-129,089	-131,362	-209,802	-132,695	-123,412
6	53,222	-12,369	21,065	-27,550	-12,369	-11,240

La primera combinación es la más desfavorable al tener valor mayor de axil, cortante y momento flector tanto en pilares como en dinteles.

Pilares:

$$M_{ed} = 673,967 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = -231,832 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = -219,233 \text{ kN}$$

Dinteles:

$$M_{ed} = -410,273 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = -233,993 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = -214,463 \text{ kN}$$

4. Cálculo del pórtico

4.1. Cálculo dinteles:

Perfil de tipo HE 450 B (S275 JR) con los siguientes valores:

$$W_z = 1198 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_y = 3982 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z = 11720 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 79890 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$A = 218 \times 10^2 \text{ mm}^2$$

$$A_v = 79,66 \times 10^2 \text{ mm}^2$$

$$\text{Peso} = 171 \text{ Kg/m}$$

○ **Comprobación a compresión**

Clase 1.

$$N_{C,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{\mu 0}} = \frac{218 \cdot 10^2 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{1,05} = 5.709,52 \text{ kN} > 233,993 \text{ kN}$$

Cumple

○ **Comprobación a flexión**

$$M_{C,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{\mu 0}} = \frac{3982 \cdot 10^3 \cdot 275 \cdot 10^{-6}}{1,05} = 1.042,91 \text{ kN} > 410,273$$

Cumple

○ **Comprobación a flexión + compresión**

$$\frac{N_{ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{233,993}{5.709,52} + \frac{410,273}{1.042,91} \leq 1$$

$$0,43 \leq 1 \quad \text{Cumple}$$

○ **Comprobación a cortante**

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{\mu 0}} = \frac{59,9 \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{275}{\sqrt{3}}\right) \cdot 10^{-3}}{1,05} = 905,75 \text{ kN} \geq 214,463 \text{ kN}$$

Cumple

○ **Comprobación a cortante + flexión + compresión**

$V_{Ed} < 50/100 V_{pl,Rd}$, no es necesario hacer la comprobación

$$214,463 < 50/100 \times 905,75$$

$$214,463 < 452,88$$

Cumple

○ **Comprobación pandeo a compresión**

$$\eta_1 = \frac{K_{pilar}}{K_{pilar} + K_{dintel}}$$

$$K_{pilar} = \frac{I_y}{L} = \frac{79890 \cdot 10^4}{5000} = 159.780 \text{ mm}^3$$

$$K_{dintel} = \frac{I_y}{luz/\cos(10)} \cdot \gamma = \frac{0,75 \cdot 79890 \cdot 10^4}{30000/\cos(10)} \cdot 1,5 = 159.780 \text{ mm}^3$$

$\gamma = 1,5 \rightarrow$ pórtico translacional

$$\eta_2 = 0$$

$$\eta_1 = \frac{159.780}{159.780 + 159.780} = 0,84$$

$$\beta_y = 1,6$$

$\beta_z = 1 \rightarrow$ Pórtico translacional

$$\lambda_y = \frac{\beta_y \cdot luz}{i_y} = \frac{1,6 \cdot 30000}{19,14 \cdot 10} = 250,78$$

$$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{235}{275}} = 86,8$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_E} = \frac{250,78}{86,8} = 2,89$$

$$\lambda_z = \frac{\beta_z \cdot \text{distancia entre correas}}{i_z} = \frac{1 \cdot 1650}{7,33 \cdot 10} = 22,51$$

$$\overline{\lambda}_y = \frac{\lambda_z}{\lambda_E} = \frac{22,51}{86,8} = 0,26$$

$$h/b = 450/300 = 1,5$$

$$t_f = 26 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \text{Eje y} \rightarrow \text{curva a} \rightarrow \chi_y = 0,13$$

$$\text{Eje z} \rightarrow \text{curva b} \rightarrow \chi_z = 0,98$$

Usamos χ_y que es más restrictiva:

$$N_{Ed} \leq \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\varphi_{\mu 1}} = \frac{0,13 \cdot 218 \cdot 10^2 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{1,05} = 742,24 \geq 233,993$$

Cumple

○ **Comprobación pandeo lateral**

$$M_{bRd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\varphi_{\mu 1}}$$

$$C_1 = \frac{1}{(kc)^2} = \frac{1}{(0,91)^2} = 1,21$$

$$M_{CR} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \cdot \left(\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} \right)^{1/2}$$

$$M_{CR} = 1,21 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 11720 \cdot 10^4}{(1650)^2} \cdot \left(\frac{5258 \cdot 10^9}{11720 \cdot 10^4} + \frac{(1650)^2 \cdot 81000 \cdot 440,5 \cdot 10^4}{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 11720 \cdot 10^4} \right)^{1/2}$$

$$M_{CR} = 2,38 \cdot 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{CR}}} = \sqrt{\frac{3982 \cdot 10^3 \cdot 275}{2,38 \cdot 10^{10}}} = 0,21$$

$$h/b = 450/300 = 1,5$$

Perfil I

$$\rightarrow \text{Curva pandeo a} \rightarrow \chi_{LT} = 1$$

$$M_{bRd} = \frac{1 \cdot 3982 \cdot 10^3 \cdot 275 \cdot 10^{-6}}{1,05} = 1042,9 \geq 410,273$$

Cumple

Se colocarán tornapuntas de refuerzo para arriostrar el ala inferior cada 1,65 m. aprovechando las correas.

○ **Comprobación compresión + pandeo + flexión + pandeo lateral**

$$\frac{N_{ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{C_{My}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{CR,y}}} \cdot \frac{M_{yEd}}{\chi_{LT} \cdot \frac{W_y \cdot f_y}{\phi_{\mu 1}}} \leq 1$$

$$N_{CR,y} = \frac{A \cdot f_y}{(\lambda_y)^2} = \frac{218 \cdot 10^2 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{(2,89)^2} = 717,78$$

$$\frac{233,993}{742,24} + \frac{1}{1 - \frac{233,993}{717,78}} \cdot \frac{410,273}{1042,9} \leq 1$$

0,90 ≤ 1
Cumple

4.2. Cálculo pilares:

Se proyectan acartelamientos en la base de los pilares. Perfil de tipo HE 400 B (S275 JR) con los siguientes valores:

$$W_z = 1104 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_y = 3232 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z = 10820 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 57680 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$A = 197,8 \times 10^2 \text{ mm}^2$$

$$A_v = 69,98 \times 10^2 \text{ mm}^2$$

$$\text{Peso} = 155 \text{ Kg/m}$$

○ **Comprobación a compresión**

Clase 1.

$$N_{C,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{\mu 0}} = \frac{197,8 \cdot 10^2 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{1,05} = 5.180,48 \text{ kN} > 231,832 \text{ kN}$$

Cumple

○ **Comprobación a flexión**

$$M_{C,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{\mu 0}} = \frac{3232 \cdot 10^3 \cdot 275 \cdot 10^{-6}}{1,05} = 846,48 \text{ kN} > 673,967 \text{ kN}$$

Cumple

○ **Comprobación a flexión + compresión**

$$\frac{N_{ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{231,832}{5.180,48} + \frac{410,273}{846,48} \leq 1$$

$$0,84 \leq 1 \quad \textbf{Cumple}$$

○ **Comprobación a cortante**

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{\mu 0}} = \frac{69,98 \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{275}{\sqrt{3}}\right) \cdot 10^{-3}}{1,05} = 1.058,17 \text{ kN} \geq 219,233 \text{ kN}$$

Cumple

○ **Comprobación a cortante + flexión + compresión**

$V_{Ed} < 50/100 V_{pl,Rd}$, no es necesario hacer la comprobación

$$219,233 < 50/100 \times 1.058,17$$

$$219,233 < 529,09$$

Cumple

○ **Comprobación pandeo a compresión**

$$\eta_1 = \frac{K_{pilar}}{K_{pilar} + K_{dintel}}$$

$$K_{pilar} = \frac{I_y}{L} = \frac{57680 \cdot 10^4}{5000} = 115.360 \text{ mm}^3$$

$$K_{dintel} = \frac{I_y}{l_{uz}/\cos(10)} \cdot \gamma = \frac{0,75 \cdot 57.680 \cdot 10^4}{\frac{30000}{\cos(10)}} \cdot 1,5 = 21.301 \text{ mm}^3$$

$\gamma = 1,5 \rightarrow$ pórtico translacional

$$\eta_2 = 0$$

$$\eta_1 = \frac{115.360}{115.360 + 21.301} = 0,84$$

$$\beta_y = 1,6$$

$\beta_z = 1 \rightarrow$ Empotramiento

$$\lambda_y = \frac{\beta_y \cdot \text{distancia entre pórticos}}{i_y} = \frac{1,6 \cdot 5.000}{17,08 \cdot 10} = 46,84$$

$$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{235}{275}} = 86,8$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_E} = \frac{46,84}{86,8} = 0,54$$

$$\lambda_z = \frac{\beta_z \cdot \text{distancia entre correas de fachada}}{i_z} = \frac{1 \cdot 1500}{7,40 \cdot 10} = 14,19$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_E} = \frac{14,19}{86,8} = 0,17$$

$$h/b = 400/300 = 1,33$$

$$t_f = 24 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \text{Eje } y \rightarrow \text{curva a} \rightarrow \chi_y = 0,91$$

$$\text{Eje } z \rightarrow \text{curva b} \rightarrow \chi_z = 1$$

Usamos χ_y que es más restrictiva:

$$N_{Ed} \leq \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\varphi_{\mu 1}} = \frac{0,91 \cdot 197,8 \cdot 10^2 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{1,05} = 4.714,23 \geq 231,832$$

Cumple

○ **Comprobación pandeo lateral**

$$M_{bRd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\varphi_{\mu 1}}$$

$$C_1 = \frac{1}{(kc)^2} = \frac{1}{(0,82)^2} = 1,49$$

$$M_{CR} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \cdot \left(\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} \right)^{1/2}$$

$$M_{CR} = 1,49 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 10820 \cdot 10^4}{(1500)^2} \cdot \left(\frac{3817 \cdot 10^9}{10820 \cdot 10^4} + \frac{(1500)^2 \cdot 81000 \cdot 355,7 \cdot 10^4}{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 10820 \cdot 10^4} \right)^{1/2}$$

$$M_{CR} = 2,90 \cdot 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{CR}}} = \sqrt{\frac{3232 \cdot 10^3 \cdot 275}{2,90 \cdot 10^{10}}} = 0,18$$

$$h/b = 400/300 = 1,33$$

Perfil I \rightarrow Curva pandeo a $\rightarrow \chi_{LT} = 1$

$$M_{bRd} = \frac{1 \cdot 3232 \cdot 10^3 \cdot 275 \cdot 10^{-6}}{1,05} = 846,48 \geq 673,967$$

Cumple

Se colocarán tornapuntas de refuerzo para arriostrar el ala inferior cada 1,50 m. aprovechando las correas de fachada.

○ **Comprobación compresión + pandeo + flexión + pandeo lateral**

$$\frac{N_{ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{C_{My}}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{CR,y}}} \cdot \frac{M_{yEd}}{\chi_{LT} \cdot \frac{W_y \cdot f_y}{\phi_{\mu 1}}} \leq 1$$

$$N_{CR,y} = \frac{A \cdot f_y}{(\bar{\lambda}_y)^2} = \frac{197,8 \cdot 10^2 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{(0,54)^2} = 18,65 \cdot 10^3 \text{ kN}$$

$$\frac{231,832}{4.714,23} + \frac{1}{1 - \frac{231,832}{18,65 \cdot 10^3}} \cdot \frac{673,967}{846,48} \leq 1$$

$$0,86 \leq 1$$

Cumple

6. Comprobaciones ELS deformaciones (desplomes y flechas)

En el cálculo del estado límite de servicio se comprueba los criterios de integridad de elementos constructivos.

Los coeficientes a emplear son los siguientes:

- $\gamma_{CP}, \gamma_N, \gamma_{SU}, \gamma_V = 1$
- $\psi_{ON} = 0,5$
- $\psi_{OV} = 0,6$
- $\psi_{OSU} = 0$

Aplicando estos coeficientes obtenemos los siguientes valores que deben ser introducidos de nuevo en el software Prontuario PIEM “Prontuario de estructuras metálicas y mixtas”, compañía Aapla, versión V1.2.0.14, con los perfiles definitivos para los dinteles y pilares.

Combinación	Barra	CP (kN/m)	SU (kN/m)	N (kN/m)	V (kN/m)
1	1	0,37	-	-	1,482
1	2	2,87	2	1,5025	0,21
1	3	2,87	2	1,5025	-1,056
1	4	0,37	-	-	-0,636
2	1	0,37	-	-	-0,786
2	2	2,87	2	1,5025	-1,374
2	3	2,87	2	1,5025	-1,374
2	4	0,37	-	-	-0,786
3	1	0,37	-	-	1,482
3	2	2,87	0	3,005	0,21
3	3	2,87	0	3,005	-1,056
3	4	0,37	-	-	-0,636
4	1	0,37	-	-	-0,786
4	2	2,87	0	1,5025	-1,374
4	3	2,87	0	1,5025	-1,374
4	4	0,37	-	-	-0,786
5	1	0,37	-	-	2,47
5	2	2,87	0	1,5025	0,35
5	3	2,87	0	1,5025	-1,76
5	4	0,37	-	-	-1,06
6	1	0,37	-	-	-1,31
6	2	2,87	0	1,5025	-2,29
6	3	2,87	0	1,5025	-2,29
6	4	0,37	-	-	-1,31

Con el software Prontuario PIEM “Prontuario de estructuras metálicas y mixtas”, compañía Aapla, versión V1.2.0.14 obtenemos los siguientes datos:

Combinación 1

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	-0,889	-0,024	1,627
1	2,00	0,000	2,000	-2,948	-0,049	2,338
1	3,00	0,000	3,000	-5,255	-0,073	2,120
1	4,00	0,000	4,000	-6,875	-0,097	0,961
1	5,00	0,000	5,000	-6,859	-0,121	-1,152
2	1,02	1,000	5,177	-6,529	-2,152	-2,822
2	2,03	2,000	5,353	-5,947	-5,628	-4,052
2	3,05	3,000	5,530	-5,178	-10,134	-4,887
2	4,06	4,000	5,707	-4,294	-15,294	-5,368
2	5,08	5,000	5,883	-3,357	-20,776	-5,538
2	6,09	6,000	6,060	-2,409	-26,290	-5,439
2	7,11	7,000	6,237	-1,500	-31,588	-5,114
2	8,12	8,000	6,413	-0,669	-36,466	-4,605
2	9,14	9,000	6,590	0,064	-40,760	-3,954
2	10,15	10,000	6,767	0,672	-44,351	-3,205
2	11,17	11,000	6,943	1,140	-47,161	-2,400
2	12,19	12,000	7,120	1,466	-49,155	-1,580
2	13,20	13,000	7,297	1,650	-50,340	-0,789
2	14,22	14,000	7,473	1,699	-50,765	-0,068
2	15,23	15,000	7,650	1,630	-50,523	0,539
3	1,02	16,000	7,473	1,749	-49,697	1,117
3	2,03	17,000	7,297	1,976	-48,259	1,757
3	3,05	18,000	7,120	2,319	-46,164	2,425
3	4,06	19,000	6,943	2,781	-43,401	3,087
3	5,08	20,000	6,767	3,353	-39,994	3,708
3	6,09	21,000	6,590	4,031	-36,001	4,254

3	7,11	22,000	6,413	4,797	-31,513	4,691
3	8,12	23,000	6,237	5,624	-26,657	4,985
3	9,14	24,000	6,060	6,491	-21,592	5,102
3	10,15	25,000	5,883	7,361	-16,514	5,007
3	11,17	26,000	5,707	8,188	-11,650	4,666
3	12,19	27,000	5,530	8,934	-7,264	4,046
3	13,20	28,000	5,353	9,544	-3,653	3,112
3	14,22	29,000	5,177	9,955	-1,146	1,830
3	15,23	30,000	5,000	10,108	-0,110	0,165
4	1,00	30,000	4,000	9,166	-0,088	-1,882
4	2,00	30,000	3,000	6,677	-0,066	-2,928
4	3,00	30,000	2,000	3,645	-0,044	-2,967
4	4,00	30,000	1,000	1,081	-0,022	-1,992
4	5,00	30,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Combinación 2

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	-0,854	-0,020	1,566
1	2,00	0,000	2,000	-2,849	-0,039	2,285
1	3,00	0,000	3,000	-5,145	-0,059	2,166
1	4,00	0,000	4,000	-6,904	-0,078	1,214
1	5,00	0,000	5,000	-7,298	-0,097	-0,563
2	1,02	1,000	5,177	-7,092	-1,404	-1,983
2	2,03	2,000	5,353	-6,667	-3,955	-3,055
2	3,05	3,000	5,530	-6,079	-7,417	-3,812
2	4,06	4,000	5,707	-5,381	-11,493	-4,287
2	5,08	5,000	5,883	-4,626	-15,915	-4,510
2	6,09	6,000	6,060	-3,848	-20,449	-4,515
2	7,11	7,000	6,237	-3,084	-24,890	-4,332

2	8,12	8,000	6,413	-2,372	-29,070	-3,995
2	9,14	9,000	6,590	-1,726	-32,848	-3,536
2	10,15	10,000	6,767	-1,169	-36,119	-2,986
2	11,17	11,000	6,943	-0,718	-38,808	-2,377
2	12,19	12,000	7,120	-0,374	-40,872	-1,742
2	13,20	13,000	7,297	-0,143	-42,302	-1,113
2	14,22	14,000	7,473	-0,020	-43,118	-0,522
2	15,23	15,000	7,650	0,004	-43,376	0,000
3	1,02	16,000	7,473	0,028	-43,118	0,522
3	2,03	17,000	7,297	0,150	-42,302	1,113
3	3,05	18,000	7,120	0,381	-40,873	1,742
3	4,06	19,000	6,943	0,724	-38,808	2,377
3	5,08	20,000	6,767	1,175	-36,119	2,986
3	6,09	21,000	6,590	1,731	-32,849	3,536
3	7,11	22,000	6,413	2,376	-29,070	3,995
3	8,12	23,000	6,237	3,088	-24,891	4,332
3	9,14	24,000	6,060	3,851	-20,449	4,514
3	10,15	25,000	5,883	4,629	-15,916	4,510
3	11,17	26,000	5,707	5,383	-11,494	4,287
3	12,19	27,000	5,530	6,080	-7,418	3,812
3	13,20	28,000	5,353	6,669	-3,956	3,055
3	14,22	29,000	5,177	7,092	-1,405	1,982
3	15,23	30,000	5,000	7,299	-0,098	0,563
4	1,00	30,000	4,000	6,904	-0,079	-1,214
4	2,00	30,000	3,000	5,145	-0,059	-2,166
4	3,00	30,000	2,000	2,849	-0,040	-2,285
4	4,00	30,000	1,000	0,854	-0,020	-1,566
4	5,00	30,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Combinación 3

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	-0,806	-0,023	1,475
1	2,00	0,000	2,000	-2,672	-0,045	2,116
1	3,00	0,000	3,000	-4,755	-0,067	1,909
1	4,00	0,000	4,000	-6,203	-0,090	0,843
1	5,00	0,000	5,000	-6,149	-0,112	-1,097
2	1,02	1,000	5,177	-5,840	-2,013	-2,627
2	2,03	2,000	5,353	-5,299	-5,239	-3,752
2	3,05	3,000	5,530	-4,588	-9,405	-4,513
2	4,06	4,000	5,707	-3,772	-14,166	-4,948
2	5,08	5,000	5,883	-2,909	-19,215	-5,097
2	6,09	6,000	6,060	-2,037	-24,285	-4,998
2	7,11	7,000	6,237	-1,202	-29,150	-4,691
2	8,12	8,000	6,413	-0,440	-33,621	-4,216
2	9,14	9,000	6,590	0,230	-37,548	-3,611
2	10,15	10,000	6,767	0,784	-40,822	-2,916
2	11,17	11,000	6,943	1,208	-43,372	-2,170
2	12,19	12,000	7,120	1,502	-45,167	-1,412
2	13,20	13,000	7,297	1,663	-46,214	-0,682
2	14,22	14,000	7,473	1,700	-46,562	-0,019
2	15,23	15,000	7,650	1,630	-46,295	0,539
3	1,02	16,000	7,473	1,747	-45,494	1,068
3	2,03	17,000	7,297	1,962	-44,134	1,651
3	3,05	18,000	7,120	2,283	-42,175	2,258
3	4,06	19,000	6,943	2,712	-39,611	2,858
3	5,08	20,000	6,767	3,240	-36,464	3,419
3	6,09	21,000	6,590	3,865	-32,788	3,911
3	7,11	22,000	6,413	4,569	-28,668	4,302

3	8,12	23,000	6,237	5,326	-24,219	4,563
3	9,14	24,000	6,060	6,119	-19,588	4,661
3	10,15	25,000	5,883	6,913	-14,953	4,566
3	11,17	26,000	5,707	7,665	-10,522	4,247
3	12,19	27,000	5,530	8,344	-6,535	3,672
3	13,20	28,000	5,353	8,896	-3,263	2,812
3	14,22	29,000	5,177	9,265	-1,008	1,635
3	15,23	30,000	5,000	9,398	-0,101	0,109
4	1,00	30,000	4,000	8,494	-0,081	-1,764
4	2,00	30,000	3,000	6,177	-0,061	-2,717
4	3,00	30,000	2,000	3,369	-0,040	-2,744
4	4,00	30,000	1,000	0,999	-0,020	-1,840
4	5,00	30,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Combinación 4

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	-0,521	-0,012	0,955
1	2,00	0,000	2,000	-1,737	-0,024	1,392
1	3,00	0,000	3,000	-3,134	-0,036	1,317
1	4,00	0,000	4,000	-4,203	-0,047	0,738
1	5,00	0,000	5,000	-4,444	-0,059	-0,339
2	1,02	1,000	5,177	-4,319	-0,848	-1,198
2	2,03	2,000	5,353	-4,062	-2,391	-1,849
2	3,05	3,000	5,530	-3,706	-4,487	-2,309
2	4,06	4,000	5,707	-3,283	-6,956	-2,598
2	5,08	5,000	5,883	-2,825	-9,638	-2,736
2	6,09	6,000	6,060	-2,352	-12,390	-2,742
2	7,11	7,000	6,237	-1,888	-15,089	-2,634
2	8,12	8,000	6,413	-1,454	-17,632	-2,433

2	9,14	9,000	6,590	-1,060	-19,934	-2,156
2	10,15	10,000	6,767	-0,720	-21,930	-1,824
2	11,17	11,000	6,943	-0,443	-23,574	-1,455
2	12,19	12,000	7,120	-0,232	-24,839	-1,069
2	13,20	13,000	7,297	-0,089	-25,717	-0,685
2	14,22	14,000	7,473	-0,013	-26,221	-0,323
2	15,23	15,000	7,650	0,003	-26,380	0,000
3	1,02	16,000	7,473	0,018	-26,221	0,322
3	2,03	17,000	7,297	0,094	-25,717	0,685
3	3,05	18,000	7,120	0,237	-24,839	1,069
3	4,06	19,000	6,943	0,448	-23,574	1,455
3	5,08	20,000	6,767	0,724	-21,930	1,824
3	6,09	21,000	6,590	1,063	-19,934	2,156
3	7,11	22,000	6,413	1,457	-17,632	2,432
3	8,12	23,000	6,237	1,891	-15,090	2,634
3	9,14	24,000	6,060	2,354	-12,391	2,742
3	10,15	25,000	5,883	2,827	-9,639	2,736
3	11,17	26,000	5,707	3,285	-6,957	2,598
3	12,19	27,000	5,530	3,707	-4,488	2,309
3	13,20	28,000	5,353	4,063	-2,392	1,848
3	14,22	29,000	5,177	4,320	-0,849	1,198
3	15,23	30,000	5,000	4,444	-0,060	0,339
4	1,00	30,000	4,000	4,203	-0,048	-0,738
4	2,00	30,000	3,000	3,134	-0,036	-1,317
4	3,00	30,000	2,000	1,737	-0,024	-1,392
4	4,00	30,000	1,000	0,521	-0,012	-0,955
4	5,00	30,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Combinación 5

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
----------------	------------	-------------	-------------	---------	---------	-----------------

1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	-0,443	-0,016	0,803
1	2,00	0,000	2,000	-1,439	-0,033	1,104
1	3,00	0,000	3,000	-2,477	-0,049	0,882
1	4,00	0,000	4,000	-3,021	-0,065	0,114
1	5,00	0,000	5,000	-2,515	-0,081	-1,221
2	1,02	1,000	5,177	-2,221	-1,848	-2,253
2	2,03	2,000	5,353	-1,773	-4,494	-2,985
2	3,05	3,000	5,530	-1,217	-7,734	-3,448
2	4,06	4,000	5,707	-0,601	-11,316	-3,672
2	5,08	5,000	5,883	0,033	-15,015	-3,688
2	6,09	6,000	6,060	0,657	-18,639	-3,526
2	7,11	7,000	6,237	1,239	-22,025	-3,218
2	8,12	8,000	6,413	1,753	-25,041	-2,792
2	9,14	9,000	6,590	2,187	-27,586	-2,280
2	10,15	10,000	6,767	2,525	-29,588	-1,712
2	11,17	11,000	6,943	2,758	-31,007	-1,119
2	12,19	12,000	7,120	2,888	-31,833	-0,531
2	13,20	13,000	7,297	2,917	-32,086	0,022
2	14,22	14,000	7,473	2,854	-31,817	0,508
2	15,23	15,000	7,650	2,713	-31,107	0,898
3	1,02	16,000	7,473	2,885	-30,037	1,240
3	2,03	17,000	7,297	3,118	-28,618	1,593
3	3,05	18,000	7,120	3,415	-26,847	1,940
3	4,06	19,000	6,943	3,771	-24,739	2,265
3	5,08	20,000	6,767	4,178	-22,325	2,550
3	6,09	21,000	6,590	4,634	-19,653	2,779
3	7,11	22,000	6,413	5,124	-16,786	2,936
3	8,12	23,000	6,237	5,630	-13,805	3,003

3	9,14	24,000	6,060	6,143	-10,809	2,964
3	10,15	25,000	5,883	6,637	-7,911	2,803
3	11,17	26,000	5,707	7,088	-5,242	2,503
3	12,19	27,000	5,530	7,475	-2,951	2,047
3	13,20	28,000	5,353	7,767	-1,200	1,418
3	14,22	29,000	5,177	7,929	-0,171	0,600
3	15,23	30,000	5,000	7,929	-0,062	-0,424
4	1,00	30,000	4,000	6,839	-0,050	-1,649
4	2,00	30,000	3,000	4,846	-0,038	-2,228
4	3,00	30,000	2,000	2,601	-0,025	-2,152
4	4,00	30,000	1,000	0,763	-0,013	-1,413
4	5,00	30,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Combinación 6

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	-0,383	-0,008	0,702
1	2,00	0,000	2,000	-1,274	-0,017	1,017
1	3,00	0,000	3,000	-2,293	-0,025	0,958
1	4,00	0,000	4,000	-3,069	-0,033	0,536
1	5,00	0,000	5,000	-3,247	-0,041	-0,238
2	1,02	1,000	5,177	-3,158	-0,602	-0,854
2	2,03	2,000	5,353	-2,974	-1,704	-1,323
2	3,05	3,000	5,530	-2,718	-3,206	-1,657
2	4,06	4,000	5,707	-2,413	-4,981	-1,870
2	5,08	5,000	5,883	-2,083	-6,914	-1,975
2	6,09	6,000	6,060	-1,740	-8,903	-1,986
2	7,11	7,000	6,237	-1,402	-10,862	-1,915
2	8,12	8,000	6,413	-1,085	-12,714	-1,776
2	9,14	9,000	6,590	-0,796	-14,399	-1,582

2	10,15	10,000	6,767	-0,544	-15,867	-1,346
2	11,17	11,000	6,943	-0,339	-17,084	-1,081
2	12,19	12,000	7,120	-0,180	-18,028	-0,801
2	13,20	13,000	7,297	-0,071	-18,689	-0,519
2	14,22	14,000	7,473	-0,011	-19,072	-0,247
2	15,23	15,000	7,650	0,003	-19,195	0,000
3	1,02	16,000	7,473	0,017	-19,072	0,247
3	2,03	17,000	7,297	0,076	-18,689	0,519
3	3,05	18,000	7,120	0,184	-18,028	0,801
3	4,06	19,000	6,943	0,343	-17,085	1,081
3	5,08	20,000	6,767	0,548	-15,868	1,346
3	6,09	21,000	6,590	0,799	-14,399	1,582
3	7,11	22,000	6,413	1,088	-12,715	1,776
3	8,12	23,000	6,237	1,405	-10,862	1,915
3	9,14	24,000	6,060	1,742	-8,904	1,986
3	10,15	25,000	5,883	2,085	-6,915	1,975
3	11,17	26,000	5,707	2,415	-4,982	1,870
3	12,19	27,000	5,530	2,719	-3,207	1,657
3	13,20	28,000	5,353	2,975	-1,705	1,323
3	14,22	29,000	5,177	3,158	-0,603	0,854
3	15,23	30,000	5,000	3,247	-0,042	0,238
4	1,00	30,000	4,000	3,069	-0,034	-0,536
4	2,00	30,000	3,000	2,293	-0,026	-0,958
4	3,00	30,000	2,000	1,274	-0,017	-1,017
4	4,00	30,000	1,000	0,383	-0,009	-0,702
4	5,00	30,000	0,000	0,000	0,000	0,000

De donde los mayores desplazamientos se dan en la comprobación 1:

- $U_{x, \max} = 10,108 \text{ mm}$
- $U_{z, \max} = -50,765 \text{ mm}$

Deformaciones verticales. Flechas verticales

Para una nave agrícola la flecha máxima ha de ser menor que $L/300$; siendo L la luz de la nave.

$$f_{max} = \frac{30.000 \text{ mm}}{300} = 100 \text{ mm} > 50,765 \text{ mm}$$

Cumple

Confort usuarios

Para una nave agrícola la flecha relativa tiene que ser menor que $L/350$; siendo L la luz de la nave.

$$f_{max} = \frac{30.000 \text{ mm}}{350} = 85,74 \text{ mm} > 50,765 \text{ mm} \quad \textbf{Cumple}$$

Deformaciones horizontales. Desplomes

- Integridad de los elementos constructivos:

El desplome total permitido es $1/500$ la altura de la construcción.

$$\frac{7650 \text{ mm}}{500} = 15,3 \text{ mm} > 10,108 \text{ mm}$$

Cumple

- Apariencia de la obra:

El desplome relativo permitido es $1/250$ la altura de la construcción.

$$\frac{7650 \text{ mm}}{250} = 30,6 \text{ mm} > 10,108 \text{ mm}$$

Cumple

El perfil elegido para los dinteles es HE 450 B (S275JR) con un peso de 171 Kg/m, a los cuales se les colocará tornapuntas de refuerzo cada 1,65m. aprovechando las correas.

El perfil elegido para los pilares es HE 400 B (S275JR) con un peso de 155 Kg/m, a los cuales se les colocará tornapuntas de refuerzo cada 1,50m. aprovechando las correas de fachada.

7. Cálculo de la placa de anclaje

Una vez dimensionado el pórtico tipo se procede a calcular la placa de anclaje que unirá el pilar con la cimentación.

La normativa adoptada para el cálculo de la placa de anclaje y la zapata es la siguiente:

- 1. DB-SE-AE documento básico de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación.**

2. EHE Instrucción de hormigón estructural.**3. EAE Normativa para el acero.**

Se elige una placa de asiento de dimensiones: $a = 600\text{mm}$, $b = 420\text{mm}$, $d = 70\text{ mm}$, (distancia entre el centro del perno hasta el borde de la placa).

Se considera la combinación de acciones que proporciona mayores valores de momento a la placa. Por lo tanto, los esfuerzos en la base del pilar que son los que se transmiten a la cimentación.

Para ello empleamos los datos de las combinaciones sin mayorar:

Combinación	Apoyo	V (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	1	111,707	-126,642	-299,712
	2	-118,242	-87,767	289,142
2	1	98,489	-106,436	-252,669
	2	-98,489	-78,291	229,952
3	1	102,291	-116,050	-274,886
	2	-108,826	-80,191	266,888
4	1	60,635	-63,853	-152,865
	2	-60,635	-47,833	140,489
5	1	67,919	-78,033	-187,716
	2	-78,809	-49,890	202,405
6	1	45,888	-44,357	-109,311
	2	-45,888	-34,096	103,755

Para simplificar los cálculos se trabaja con los valores máximos independientemente que sean en el apoyo 1 o 2.

- Momento máximo: $M = -299,712\text{ kNm}$
- Axil máximo: $N = -126,642\text{ kN}$
- Cortante máximo: $V = -118,242\text{ kN}$

Excentricidad:

$$e = \frac{M_{ed}}{N_{ed}} = \frac{-299,712\text{ kNm}}{-126,642\text{ kN}} = 2,37\text{m} = 237\text{cm}$$

$$a = 60\text{ cm}; a/6 = 60/6 = 10\text{cm}$$

$$e > 0,375 a = 22,5\text{cm}$$

La placa de anclaje se evalúa tomando una rebanada de 1 cm de espesor y calculándola como una viga empotrada con los extremos libres.

Los valores resistentes que adoptan los materiales en el cálculo de la placa de anclaje son los siguientes:

- Acero de la placa S275JR $\rightarrow 275/1,05=261,9 \text{ N/mm}^2$.
- Pernos: $400/1,15 = 314,82 \text{ N/mm}^2$.

Como nos encontramos en el modelo 3, tenemos que encontrar un valor Z de tracción de la armadura y la tensión (σ), para ello se plantea las siguientes ecuaciones de equilibrio:

$$\sum M_y; \frac{455}{1000} \cdot Z_1 - N \cdot \frac{255}{1000} - M = 0 \rightarrow$$

$$\frac{455}{1000} \cdot Z_1 - (-126,642) \cdot \frac{255}{1000} - (-299,712) = 0 \rightarrow Z_1 = 721,33 \text{ kN}$$

$$\sum F_y; Z_1 - N - \sigma \cdot \frac{a}{4} \cdot 420 = 0 \rightarrow$$

$$721,33 - (-126,642) - \sigma \cdot \frac{600}{4} \cdot 420 = 0 \rightarrow \sigma = 13,46 \text{ N/mm}^2$$

Comprobación de la resistencia del hormigón

$$\sigma_{placa} \leq f_{ck} = \frac{30 \frac{N}{\text{mm}^2}}{1,5} = 20 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$13,46 \text{ N/mm}^2 \leq 20 \text{ N/mm}^2$$

Anclaje a tracción

$$Z \leq \frac{0,9 \cdot f_H \cdot A_s \text{ total}}{\gamma_{\mu 2}}$$

$$A_s \leq \frac{\gamma_{\mu 2} \cdot Z}{0,9 \cdot f_H} = \frac{721,33/4 \cdot 1,25}{0,9 \cdot 600/1000} = 417,44 \text{ mm}^2$$

Se ponen 4 tornillos de 22 mm de diámetro.

Pernos de anclaje

$$l \geq \frac{\left(\frac{A_s \cdot f_y}{1,25}\right)}{\pi \cdot \phi \cdot \tau_{adm}} = \frac{\left(\frac{303 \cdot 320}{1,25}\right)}{\pi \cdot 22 \cdot 1,31} = 856,72 \text{ mm} = 0,857 \text{ m}$$

$$\tau_{adm} = \frac{0,36}{\gamma_H} \sqrt{f_H} = \frac{0,36}{1,5} \sqrt{30} = 1,31$$

Acero tornillos 4.6

$$4 \times 100 = 400 = f_u$$

$$f_y = 400 \times 0,8 = 320 \text{ N/mm}^2$$

- Pernos de patilla:

$$L' = 0,7 \times 0,857 \text{ m} = 0,6 \text{ m}$$

Se cumple el límite ya que L y L' tiene que ser mayor a 150 mm y $10 \times \phi$

Comprobación a cortante

$$F_R = \mu \cdot N_{min} = 0,2 \cdot 34,096 = 6,82 \geq V_{max}$$

No cumple, por lo que hay que hacer la comprobación.

$$V_{\text{pernos compresión } i} = (0,44 - 0,0003 \cdot f_y) \cdot \frac{f_u \cdot A_s}{f_y}$$

$$V_{\text{pernos compresión } i} = (0,44 - 0,0003 \cdot 320) \cdot \frac{400 \cdot 303 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 34,74 \text{ kN}$$

Tenemos 4 pernos que trabajan a tracción

$$\frac{118,242}{4} = 29,56 \text{ N} \quad 34,74 \text{ kN} \geq 29,56 \text{ N}$$

Cumple

Espesor de la placa

$$l_{\text{anclaje}} = \frac{l_{\text{placa}} - l_{\text{perfil}}}{2} = \frac{600 - 400}{2} = 100 \text{ mm}$$

$$M^*_{max} = \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 13,46 \cdot 100^2 = 67300 \text{ Nmm}$$

$$e \geq \sqrt{\frac{6 \cdot M^*_{max} \cdot \gamma_{\mu 0}}{f_y}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 67300 \cdot 1,05}{275}} = 39,27 \text{ mm} = 3,927 \text{ cm} \approx 4 \text{ cm}$$

Se utilizará una placa de asiento de dimensiones: $a = 600 \text{ mm}$; $B = 420 \text{ mm}$, de 4 cm de espesor ($d = 70 \text{ mm}$), 4 anclajes de diámetro 22 mm con una longitud de 60 cm contruidos con barras corrugadas de acero B-400 S y extremo curvado.

8. Cálculo de la cimentación

Los esfuerzos en las bases de los pilares sin mayorar se multiplican por 1/1,35.

Combinación	Apoyo	V (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	1	82,75	-93,81	-222,01
	2	-85,59	-65,01	-214,18
2	1	72,95	-78,84	-187,16
	2	-72,95	-57,99	-170,33
3	1	75,77	-85,96	-203,62
	2	-80,61	-59,40	-197,69
4	1	44,91	-47,30	-113,24
	2	-44,91	-35,43	104,07
5	1	50,31	-57,80	-139,05
	2	-58,38	-36,96	149,93
6	1	33,99	-32,86	-80,97
	2	-33,99	-25,26	76,86

- Terreno de Cimentación:
 - Presión admisible: 0,20 N/mm²
 - Ángulo de rozamiento interno: 30º
- Tipo de Acero: B400S, resistencia característica: 400 N/mm²
- Hormigón H-30

$$a = b = 3 \text{ m.}$$

$$h = 1,5 \text{ m}$$

Comprobación al hundimiento:

Donde el axil y el momento flector son máximos, en el apoyo 1 en la 1ª combinación:

Apoyo	V (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	82,75	-93,81	-222,01

$$P = (a \times b \times h) \times 30 \text{ kN /m}^3 = (3 \times 3 \times 1,5) \times 30 = 405 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M + V \cdot h}{N + P} = \frac{222,01 + 82,75 \cdot 1,5}{93,81 + 405} = 0,69 \text{ m}$$

$$\frac{a}{6} = \frac{3}{6} = 0,5 \text{ m}$$

$$0,69 \text{ m} > 0,5 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{2}{3} \cdot \frac{N + P}{\left(\frac{a}{2} - e\right) \cdot b} = \frac{2}{3} \cdot \frac{222,01 + 405}{\left(\frac{3}{2} - 0,69\right) \cdot 3} = 172,02 \text{ kN/m}^2 < 200 \text{ kN/m}^2$$

Cumple**Comprobación al vuelco:**

Donde el axil es mínimo, en el apoyo 2 de la 6ª combinación:

Apoyo	V (kN)	N (kN)	M (kNm)
2	-33,99	-25,26	76,86

$$0,9 \cdot \left((N + P) \cdot \frac{a}{2} \right) \geq (M + V \cdot h) \cdot \gamma$$

$$0,9 \cdot \left((25,26 + 405) \cdot \frac{3}{2} \right) \geq (76,86 + 33,99 \cdot 1,5) \cdot 1,8$$

$$580,86 \text{ kNm} \geq 230,121 \text{ kNm}$$

Cumple

Cuando el momento es máximo, en el apoyo 1 de la 1ª combinación.

Apoyo	V (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	82,75	-93,81	-222,01

$$0,9 \cdot \left((N + P) \cdot \frac{a}{2} \right) \geq (M + V \cdot h) \cdot \gamma$$

$$0,9 \cdot \left((93,81 + 405) \cdot \frac{3}{2} \right) \geq (222,01 + 82,75 \cdot 1,5) \cdot 1,8$$

$$673,39 \text{ kNm} \geq 623,04 \text{ kNm}$$

Cumple**Comprobación al deslizamiento:**

Cuando el axil es mínimo, en el apoyo 2 de la 6ª combinación:

Apoyo	V (kN)	N (kN)	M (kNm)
2	-33,99	-25,26	76,86

$$(N + P) \cdot \operatorname{tg}(\varphi \cdot \frac{2}{3}) + C \cdot (a \cdot b) \geq 1,5 \cdot V$$

$$(25,26 + 405) \cdot \operatorname{tg}(30 \cdot \frac{2}{3}) + 0 \cdot (3 \cdot 3) \geq 1,5 \cdot 33,99$$

$$156,60 \text{ kN} \geq 50,99 \text{ kN}$$

Cumple

Cuando el cortante es máximo, en el apoyo 2 de la 1ª combinación:

Apoyo	V (kN)	N (kN)	M (kNm)
2	-85,59	-65,01	-214,18

$$(N + P) \cdot \operatorname{tg}(\varphi \cdot 2/3) + C \cdot (a \cdot b) \geq 1,5 \cdot V$$

$$(65,01 + 405) \cdot \operatorname{tg}(30 \cdot 2/3) + 0 \cdot (3 \cdot 3) \geq 1,5 \cdot 85,59$$

$$171,07 \text{ kN} \geq 128,39 \text{ kN}$$

Cumple

La zapata se dimensiona con 3m de largo y 3m de ancho y 1,50m de profundidad, con 0,35 m de recubrimiento vertical y 7 cm de recubrimiento lateral.

- **Cálculo del armado:**

Los esfuerzos anteriores serán multiplicados por 1,60 para mayorar y poder calcular el armado.

Combinación	Apoyo	V (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	1	132,4	-150,10	-355,22
	2	-136,94	-104,02	-342,69
2	1	116,72	-126,14	-299,46
	2	-116,72	-92,78	-272,53
3	1	121,23	-137,54	-325,79
	2	-128,98	-95,04	-316,30
4	1	71,86	-75,68	-181,18
	2	-71,86	-56,69	167,52
5	1	80,50	-92,48	-222,48
	2	-93,41	-59,14	239,89
6	1	54,38	-52,58	-129,55
	2	-54,38	-40,42	122,98

Como el vuelo es menor a dos veces la profundidad de la zapata, nos encontramos en el caso de zapatas rígidas.

Cálculo de las tensiones de la zapata rígida

$$T_d \leq A_s \cdot f_{yd}$$

$$T_d = \frac{R_d}{0,85 \cdot d} (X_1 - 0,25 \cdot a)$$

$$R_d = \frac{N_d}{2} (1 + 3\eta) = \frac{150,10}{2} (1 + 3 \cdot 0,79) = 252,92 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{e}{a} = \frac{2,37}{3} = 0,79$$

$$e = \frac{M_d}{N_d} = \frac{355,22}{150,10} = 2,37 \text{ m}$$

$$X_1 = a \cdot \left(\frac{1 + 4\eta}{4 + 12\eta} \right) = 3 \cdot \left(\frac{1 + 4 \cdot 0,79}{4 + 12 \cdot 0,79} \right) = 0,93 \text{ m}$$

$$d = h - \phi/2 - r = 150 - 2,5/2 - 3,5 = 145,25 \text{ cm} = 1,45 \text{ m (canto útil)}$$

$$T_d = \frac{R_d}{0,85 \cdot d} (X_1 - 0,25 \cdot a) = \frac{252,92}{0,85 \cdot 1,45} (0,93 - 0,25 \cdot 3) = \mathbf{36,81 \text{ kN}}$$

Cuantía mínima geométrica:

$$\frac{A_{ST}}{A_H} \geq \frac{1}{1000}$$

$$A_{ST} \geq \frac{1}{1000} \cdot (b \cdot h) = \frac{1}{1000} \cdot (3 \cdot 1,5) = 0,0045 \text{ m}^2 = 45 \text{ cm}^2$$

Cuantía mecánica mínima:

$$A_{ST} \geq \frac{0,04 \cdot A_H \cdot f_H}{f_y/\gamma_s} = \frac{0,04 \cdot (300 \cdot 150) \cdot 10^2 \cdot 20}{400/1,15} = 10.350 \text{ mm}^2$$

$$f_H = \frac{30 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 20 \text{ N/mm}^2$$

Por tanto, si $A_{ST} = 10.350 \text{ mm}^2$ y utilizamos barras de $\phi 25 \text{ mm}$.

$$n \cdot \frac{\pi \cdot (\phi)^2}{4} = A_{ST} \rightarrow n = \frac{4 \cdot 10.350 \text{ mm}^2}{\pi \cdot (25)^2} = 21,08 \rightarrow 22 \phi 25 \text{ mm}$$

Distancia entre la armadura longitudinal: $\frac{300-2 \cdot 7}{21} = 13,62 \text{ cm}$

Por tanto, la armadura longitudinal está compuesta por 22 barras de diámetro 25 mm separadas 13,62 cm, cumpliendo la normativa que indica una separación entre 10-30 cm.

Armadura transversal:

$$A_s' \geq 1/1000 \cdot (h \cdot a) = 1/1000 \cdot (150 \cdot 300) = 45 \text{ cm}^2$$

El número de las barras transversales es el siguiente:

$$n \cdot \frac{\pi \cdot (\phi)^2}{4} = 4.500 \text{ mm}^2 \rightarrow n = \frac{4 \cdot 4.500 \text{ mm}^2}{\pi \cdot (20)^2} = 14,33 \rightarrow 15 \phi 20 \text{ mm}$$

$$\text{Distancia entre la armadura longitudinal: } \frac{300-2 \cdot 7}{14} = 20,43 \text{ cm}$$

Por tanto, la armadura transversal está compuesta por 15 barras de diámetro 20 mm separadas 20,43 cm, cumpliendo la normativa que indica una separación entre 10-30 cm.

Longitud de las armaduras

En posición I.

$$LbI = m \cdot \phi^2 \rightarrow LbI \geq f_{yk} \cdot \frac{\phi}{20}$$

Donde, m es el coeficiente experimental en función de la resistencia característica del hormigón 30 N/mm² y acero B-400S el valor de m es de 10.

- **Armadura principal**

$$LbI = 10 \cdot 2,5^2 = 62,5 \text{ cm} \geq 400 \cdot \frac{2,5}{20} = 50$$

La armadura principal tendrá una longitud de 62,5 cm.

- **Armadura transversal**

$$LbI = 10 \cdot 2^2 = 40 \text{ cm} \geq 400 \cdot \frac{2}{20} = 40$$

La armadura transversal tendrá una longitud de 40 cm.

9. Viga riostra de atado

Se va a construir un muro perimetral de atado de 60 cm de altura y 10 cm de espesor, serán construido de hormigón armado con 6 armaduras de 12 mm de diámetro y un estribo de 8 mm de diámetro, colocado cada 40 cm.

La construcción de este muro tiene por objetivo absorber las posibles acciones horizontales que puedan recibir los cimientos de la estructura o del propio terreno, evitando de esta forma el desplazamiento horizontal relativo de uno respecto a otro.

10. Medición

○ Peso total del acero en la nave:

▪ Dinteles HE 450 B:

$$15,23m \cdot 2 \text{ dinteles/pórtico} \cdot 12 \text{ pórticos} \cdot 171 \text{ Kg/m} = 62.503,92Kg$$

▪ Pilares HE 400 B:

$$32 \text{ pilares} \cdot 5m/\text{pilar} \cdot 155 \text{ Kg/m} = 24.800Kg$$

▪ Correas de cubierta IPN 100:

$$2 \text{ faldones} \cdot 9 \text{ correas/faldón} \cdot 8,34 \text{ Kg/m} \cdot 55m = 8.256,6Kg$$

▪ Correas de fachada IPN 160:

Longitud del pilar = 5m, distancia entre correas 1,5 m → 3 correas por pilar

$$2 \text{ pilares} \cdot 3 \text{ correas/pilar} \cdot 17,9 \text{ Kg/m} \cdot 55m = 5.907Kg$$

Peso total de acero:

$$62.503,92Kg + 24.800Kg + 8.256,6Kg + 5.907Kg = \mathbf{101.467,52 Kg}$$

Superficie total de la nave:

$$55m \cdot 30m = 1.650m^2$$

Peso de acero por unidad de superficie de la nave:

$$101.467,52 \text{ Kg} / 1.650m^2 = \mathbf{61,50 \text{ Kg/m}^2}$$

○ Volumen de hormigón a utilizar en las zapatas de cimentación:

Cálculo del peso de la zapata:

- Peso de hormigón de limpieza:

$$P = (a \cdot b \cdot h) \cdot 30 \text{ kN/m}^3 = (3 \cdot 3 \cdot 0,1) \cdot 30 \text{ kN/m}^3 \cdot 32 \text{ zapatas} = 864 \text{ kN}$$

- Resto zapata:

$$P = (a \cdot b \cdot h) \cdot 30 \text{ kN/m}^3 = (3 \cdot 3 \cdot 1,4) \cdot 30 \text{ kN/m}^3 \cdot 32 \text{ zapatas} = 403,2 \text{ kN}$$

Volumen total de hormigón a utilizar en las zapatas de cimentación:

- De limpieza: $\frac{756 \text{ kN}}{30 \text{ kN/m}^3} = 25,2 \text{ m}^3$
- Resto zapata: $\frac{10.584 \text{ kN}}{30 \text{ kN/m}^3} = 352,8 \text{ m}^3$

$$\text{Volumen total} = 25,2 \text{ m}^3 + 352,8 \text{ m}^3 = \mathbf{378 \text{ m}^3}$$

○ **Peso total de acero a utilizar en las zapatas de cimentación:**

Densidad del acero $7.850 \text{ Kg/m}^3 = 7,85 \times 10^{-3} \text{ Kg/cm}^3$

- **Placa de anclaje** de 600 mm de largo, 420 mm de ancho y 4 cm de espesor, con 4 pernos de 22 mm de diámetro y 60 cm de longitud:

$$60 \text{ cm} \cdot 42 \text{ cm} \cdot 4 \text{ cm} = 10.080 \text{ cm}^3 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/cm}^3 \cdot 32 \text{ zapatas} = \mathbf{2.532,10 \text{ Kg}}$$

- **Pernos de anclaje**

$$\varnothing^2 \cdot \pi \cdot 60 = 912,32 \text{ cm}^3 \cdot 4 \cdot 32 \text{ zapatas} = 116.776,96 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/cm}^3 = \mathbf{916,70 \text{ Kg}}$$

- **Armadura principal**

$$62,5 \text{ cm} \cdot \varnothing^2 \cdot \pi \cdot 22 \text{ barras/zapata} \cdot 32 \text{ zapatas}$$

$$62,5 \text{ cm} \cdot 2,5^2 \cdot \pi \cdot \frac{22 \text{ barras}}{\text{zapata}} \cdot 32 \text{ zapatas} = 863.937,98 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/cm}^3 = \mathbf{6.781,91 \text{ Kg}}$$

- **Armadura transversal**

$$40 \text{ cm} \cdot \varnothing^2 \cdot \pi \cdot 15 \text{ barras/zapata} \cdot 32 \text{ zapatas}$$

$$40 \text{ cm} \cdot 2^2 \cdot \pi \cdot \frac{15 \text{ barras}}{\text{zapata}} \cdot 32 \text{ zapatas} = 241.274,32 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/cm}^3 = \mathbf{1.894 \text{ Kg}}$$

11. Urbanización

La industria cuenta con una superficie de 5.425 m^2 , de los cuales 1.650 m^2 serán edificadas, 500 m^2 serán ajardinados y el resto serán pavimentados.

El pavimento será capaz de resistir el paso de los camiones cargados de mercancía sin que se produzca ningún tipo de deterioro por la zona destinada para ello.

Resumiendo, el dimensionado será:

- 5.425 m^2 de parcela.
- 1.650 m^2 de zona construida.

- 300 m² zona ajardinada.
- Resto, zona pavimentada.

11.1. Viales de acceso y maniobra

La parcela cuanto con dos accesos para la entrada y salida tanto de vehículos como para camiones.

El espacio pavimentado que rodea el pabellón industrial, en concreto la zona destinada a carga y descarga, es suficientemente amplio para que los camiones puedan hacer las maniobras requeridas en las operaciones de carga y descarga.

La puerta de entrada y salida de vehículos, será de 10 metros, corredera, automática y dispuesta sobre raíles para facilitar su apertura y cierre.

11.2. Aparcamiento de clientes y empleados

Dentro de la parcela habrá dos zonas destinadas a los aparcamientos del personal, clientes y posibles visitas.

Se dispondrá de 10 plazas de aparcamiento en dos de los laterales de la parcela, próximos a la entrada de los operarios y personal de oficinas, suponiendo un total de 20 plazas de aparcamiento de las cuales, 2 estarán reservadas para paralíticos.

Las dimensiones de las plazas de aparcamiento serán de 2,2 x 4,5 m y las 2 plazas para paralíticos serán de dimensiones: 3,3 x 4,5 m, destinando una superficie de 207,9 m² al estacionamiento.

11.3. Zonas ajardinadas

La industria cuanta con 7 árboles de hoja persistente *Magnolia grandiflora* de 2-2.5 m de altura y 9 arbustos de hoja persistente *Escallonia macrantha* de 0,3-0,5 m de altura situados en la zona ajardinada. Estos se distribuirán según plano "Urbanización".

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 6.

Instalación de

saneamiento



**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1.	Introducción	2
2.	Red de aguas pluviales (cubierta)	2
2.1.	Dimensionado de los canalones.....	2
2.1.1.	Cálculo del factor de corrección.....	2
2.1.2.	Cálculo del diámetro de los canalones.....	3
2.2.	Dimensionado de las bajantes	4
2.3.	Dimensionado de los colectores	5
2.4.	Dimensionado de las arquetas.....	7
3.	Red de aguas fecales y residuales	9
3.1.	Red de aguas fecales	9
3.1.1.	Cálculo de los sifones y derivaciones individuales	10
3.1.2.	Cálculo ramales colectores.....	10
3.1.3.	Cálculo colectores horizontales.....	11
3.1.4.	Cálculo arquetas.....	11
3.2.	Red de aguas de proceso	12
3.2.1.	Sumideros.....	12
3.2.2.	Cálculo colectores horizontales.....	12
3.2.3.	Cálculo arquetas.....	12

1. Introducción

Para el dimensionado de la red de aguas pluviales se ha empleado el Documento Básico de Salubridad del CTE, en su sección HS 5 Evacuación de Aguas.

Esta red está alimentada por el agua cubierta y de la parcela del edificio, tanto por agua procedente de nieve, granizo o lluvia.

2. Red de aguas pluviales (cubierta)

En la parte baja de la cubierta se instalarán dos canalones, uno en cada lado, que irán conectados a unas bajantes colocadas a las fachadas de la nave. Estas bajantes desembocarán en arquetas registrables y se unirán a la red de aguas pluviales de la parcela, conectándolas finalmente a un pozo de registro a la salida de la misma.

2.1. Dimensionado de los canalones

Para obtener el diámetro de una red evacuación de aguas pluviales, se debe tener en cuenta la superficie de cubierta y solera que se va a evacuar en el tramo de estudio y la zona pluviométrica de la parcela.

Siempre que se hable de superficie de cubierta se tendrá en cuenta que ésta es la proyección horizontal de la superficie real de cubierta.

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica diferentes de 100 mm/h se obtiene de la siguiente tabla, obtenida del CTE, aplicando antes un factor de corrección a la superficie servida.

2.1.1. Cálculo del factor de corrección

Para el cálculo del factor de corrección hay que localizar la zona a la que pertenece nuestra parcela en el mapa de isoyetas y zonas pluviométricas del CTE.



Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

		Intensidad Pluviométrica i (mm/h)											
Isoyeta		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A		30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B		30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Como podemos observar en el mapa de isoyetas y zonas pluviométricas nos encontramos en la Isoyeta 50 en la zona A por lo que la intensidad pluviométrica " i " es de 155 mm/h.

El factor de corrección a la superficie servida será el siguiente:

$$f = \frac{i}{100} = \frac{155}{100} = 1,55$$

2.1.2. Cálculo del diámetro de los canalones.

Cada canalón abarca una superficie de recogida de 75 m², que tras aplicar el factor de corrección quedaría en 116,25 m². Con la siguiente tabla del CTE se obtiene el diámetro de cada canalón entrando con la pendiente y superficie requerida.

Se colocará una bajante por cada canalón, de modo que el número total de canalones a colocar es de 22, 11 a cada lado de la nave.

Tabla 1. Cálculo diámetro canalones pluviales.

Canalón	Superficie corregida (m ²)	Pendiente (%)	Diámetro (mm)
C1	116,25	1	150
C2	116,25	1	150
C3	116,25	1	150
C4	116,25	1	150
C5	116,25	1	150
C6	116,25	1	150
C7	116,25	1	150
C8	116,25	1	150
C9	116,25	1	150
C10	116,25	1	150
C11	116,25	1	150
C12	116,25	1	150
C13	116,25	1	150
C14	116,25	1	150
C15	116,25	1	150
C16	116,25	1	150
C17	116,25	1	150
C18	116,25	1	150
C19	116,25	1	150
C20	116,25	1	150
C21	116,25	1	150
C22	116,25	1	150

2.2. Dimensionado de las bajantes

Se debe tener en cuenta el mismo factor de corrección calculado anteriormente y la superficie de recogida de cada bajante. Con estos datos se entra en la siguiente tabla del CTE, teniendo en cuenta, según la norma, que no se pueden reducir los diámetros utilizados para los canalones. Todas las bajantes serán de PVC.

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Siguiendo la tabla, para una superficie de 116,25 m², se deben colocar bajantes de 75 mm, pero como no se pueden reducir los diámetros de los canalones las bajantes a colocar serán de:

Tabla 2. Cálculo diámetro bajantes.

Bajante	Superficie corregida (m ²)	Pendiente (%)	Diámetro (mm)
B1	116,25	1	150
B2	116,25	1	150
B3	116,25	1	150
B4	116,25	1	150
B5	116,25	1	150
B6	116,25	1	150
B7	116,25	1	150
B8	116,25	1	150
B9	116,25	1	150
B10	116,25	1	150
B11	116,25	1	150
B12	116,25	1	150
B13	116,25	1	150
B14	116,25	1	150
B15	116,25	1	150
B16	116,25	1	150
B17	116,25	1	150
B18	116,25	1	150
B19	116,25	1	150
B20	116,25	1	150
B21	116,25	1	150
B22	116,25	1	150

2.3. Dimensionado de los colectores

Para la evacuación de aguas de la solera la parcela, se van a instalar sumideros que verterán las aguas a las arquetas que se dimensionarán posteriormente.

La solera exterior tiene una superficie de 3.775m² y tendrá una pendiente del 2% para conducir el agua hacia los sumideros. Se colocarán 26 sumideros repartidos a lo largo de la parcela y 22 sumideros para recoger el agua de la cubierta de la nave, uno por cada bajante.

Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de recogida

Superficie en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

Los colectores tendrán una pendiente del 2%, y su diámetro deberá ser igual o superior a la bajante que corresponde. Para el cálculo de sus dimensiones se utiliza la siguiente tabla del

CTE. Tenemos en cuenta la suma de las superficies de la cubierta y solera exterior.

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²) Pendiente del colector			Diámetro nominal del colector (mm)
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

En la siguiente tabla se muestran los diámetros de los colectores que unen las arquetas. El área de recogida de éstos va aumentando en función de las arquetas que unen.

Tabla 3. Cálculo diámetro colectores.

Tramo	Identificación	Superficie (m ²)	Pendiente (%)	Diámetro (mm)
As1-As3	CO1	150	2	90
As3-As5	CO2	300	2	110
As5-As7	CO3	450	2	160
As7-As9	CO4	600	2	160
As9-A1	CO5	750	2	160
As11	CO6	150	2	90
A1-A2	CO7	975	2	200
A2-A3	CO8	1.050	2	200
A3-A4	CO9	1.125	2	200
A4-A5	CO10	1.200	2	200
As13	CO11	150	2	90
A5-A6	CO12	1.425	2	200
A6-A7	CO13	1.500	2	200
A7-A8	CO14	1.575	2	250
A8-A9	CO15	1.650	2	250
As15	CO16	150	2	90
A9-A10	CO17	1.875	2	250
A10-A11	CO18	1.950	2	250
A11-As15.2.	CO19	1.950	2	250
A15.2.-As17	CO20	1.950	2	250
As17-As19	CO21	2.100	2	250
As19-As21	CO22	2.250	2	250
As21-As23	CO23	2.400	2	250
As23-As25	CO24	2.550	2	250
As2-As4	CO25	150	2	90
As4-As6	CO26	300	2	110
As6-As8	CO27	450	2	160
As8-As10	CO28	600	2	160
As10-A12	CO29	750	2	160
As12	CO30	150	2	90
A12-A13	CO31	975	2	200
A13-A14	CO32	1.050	2	200

A14-15	CO33	1.125	2	200
A15-A16	CO34	1.200	2	200
As14	CO35	150	2	90
A16-A17	CO36	1.425	2	200
A17-A18	CO37	1.500	2	200
A18-A19	CO38	1.575	2	250
A19-A20	CO39	1.650	2	250
As16	CO40	150	2	90
A20-A21	CO41	1.875	2	250
A21-A22	CO42	1.950	2	250
A22-As16.22	CO43	1.950	2	250
As16.2.-As18	CO44	1.950	2	250
As18-As20	CO45	2.100	2	250
As20-As22	CO46	2.250	2	250
As22-As24	CO47	2.400	2	250
As24-As26	CO48	2.550	2	250
As26-As25	CO49	2.700	2	250
As25-As27	CO50	5.550	4	315
As27-Pozo registro	CO51	5.550	4	315

2.4. Dimensionado de las arquetas

Serán arquetas de fábrica de ladrillo y sus dimensiones dependen del diámetro de los colectores de salida de cada una de ellas.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A [cm]	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Tabla 4. Dimensionado arquetas.

Arqueta	Dimensiones (cm)	Diámetro salida (mm)
A1	60 x 60	200
A2	60 x 60	200
A3	60 x 60	200
A4	60 x 60	200
A5	60 x 60	200
A6	60 x 60	200
A7	60 x 70	250
A8	60 x 70	250
A9	60 x 70	250
A10	60 x 70	250
A11	60 x 70	250
As15.2	60 x 70	250

A12	60 x 60	200
A13	60 x 60	200
A14	60 x 60	200
A15	60 x 60	200
A16	60 x 60	200
A17	60 x 60	200
A18	60 x 70	250
A19	60 x 70	250
A20	60 x 70	250
A21	60 x 70	250
A22	60 x 70	250
As16.2	60 x 70	250
As1	40 x 40	90
As3	50 x 50	110
As5	60 x 60	160
As7	60 x 60	160
As9	60 x 60	160
As9.2	60 x 60	160
As11	40 x 40	90
As13	40 x 40	90
As15	40 x 40	90
As17	60 x 70	250
As19	60 x 70	250
As21	60 x 70	250
As23	60 x 70	250
As25	70 x 80	315
As2	40 x 40	90
As4	50 x 50	110
As6	60 x 60	160
As8	60 x 60	160
As10	60 x 60	160
As10.2	60 x 60	160
As12	40 x 40	90
As14	40 x 40	90
As16	40 x 40	90
As18	60 x 60	200
As20	60 x 70	250
As22	60 x 70	250
As24	60 x 70	250
As26	60 x 70	250
As27	70 x 80	315

Todo lo relativo a la distribución de los elementos de la red de aguas pluviales se puede consultar en el plano de “aguas pluviales”.

3. Red de aguas fecales y residuales

La red de aguas fecales es la encargada de la conducción de las aguas provenientes de los aparatos sanitarios instalados en la industria. En la planta podemos encontrar aseos, vestuarios y laboratorio dotados de duchas, lavabos, fregaderos, urinarios, etc.

La recogida de las aguas fecales se realiza con colectores de PVC, que desembocan en arquetas sifónicas evitando así la salida de malos olores que comunican mediante colectores con el pozo de aguas de la parcela.

Desde ese pozo de aguas se trasladarán hasta la depuradora del polígono donde serán tratadas antes de ser vertidas.

La pendiente de los colectores será de un 2% tanto en aguas fecales como en residuales.

La red de agua residual proviene de aguas de limpieza de los equipos las soleras interiores de las zonas de producción, que se recoge mediante sumideros sifónicos colocados en la solera en cada área. Esta agua será dirigida mediante colectores de PVC hasta arquetas sifónicas, de donde se llevará hasta el pozo de agua de la parcela para recibir el mismo tratamiento oportuno en la depuradora del polígono.

La solera tendrá una pendiente del 2% para permitir el flujo de agua hasta los sumideros.

Aguas fecales y aguas residuales se verterán a la depuradora del polígono.

3.1. Red de aguas fecales

Las tuberías de la red de aguas fecales serán de PVC reforzado con una pendiente del 2% y las arquetas serán de ladrillo de obra. Los aparatos que vierten a esta red son 6 inodoros con cisterna, 6 lavabos, 1 fregadero de laboratorio y 4 duchas, y las arquetas serán de ladrillo de fábrica.

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	4	5	100	100
Con cisterna	8	10	100	100
Con fluxómetro	-	4	-	50
Urinario	-	2	-	40
Pedestal	-	3,5	-	-
Suspendido	-	6	40	50
En batería	-	2	-	40
Fregadero	3	-	40	-
De cocina	-	2	-	40
De laboratorio, restaurante, etc.	3	-	40	-
Lavadero	-	8	-	100
Vertedero	-	0,5	-	25
Fuente para beber	1	3	40	50
Sumidero sifónico	3	6	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	7	-	100	-
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	8	-	100	-
Inodoro con cisterna	6	-	100	-
Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	-	-	-	-

3.1.1. Cálculo de los sifones y derivaciones individuales

De acuerdo a la tabla 4.1. el diámetro para los sifones y derivaciones individuales de los aparatos son los siguientes:

Tabla 5. Diámetro sifones y derivaciones.

Aparato	Cantidad aparatos	Diámetro y derivación (mm)
Inodoro con cisterna	6	100
Lavabo	6	40
Fregadero laboratorio	1	40
Duchas	4	50

3.1.2. Cálculo ramales colectores

Para el cálculo de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante, el diámetro se obtiene de la siguiente tabla del CTE, teniendo en cuenta que nunca se puede reducir un diámetro de tubería.

El diámetro de los colectores se obtiene mediante el número máximo de UD y la pendiente, que en nuestro caso tomamos un 2%.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 6. Cálculo ramal colector

Colector	Pendiente %	Diámetro ramal colector (mm)	Longitud (m)
Lavabo-Lavabo	2	32	0,90
Lavabos-arqueta sifónica	2	40	1,98
Ducha-Ducha	2	40	0,95
Duchas-Arqueta sifónica	2	40	1,28
Inodoro-Inodoro	2	100	0,86
Inodoros-Arqueta sifónica	2	100	1,80
Fregadero-Arqueta sifónica	2	40	3,49
Inodoro-Arqueta	2	100	2,50
Lavabo- Arqueta	2	32	0,94
Arqueta-Arqueta sifónica	2	100	0,42

3.1.3. Cálculo colectores horizontales

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores se obtiene de la siguiente tabla en función del número máximo de UD y la pendiente, que en nuestro caso tomamos un 2%. Teniendo siempre en cuenta que no podemos reducir el diámetro del colector del que provienen.

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Tabla 7. Cálculo colectores horizontales

Colector horizontal	Pendiente %	Diámetro ramal colector horizontal (mm)	UD conectadas
1	2	50	2
2	2	50	4
3	2	100	6
4	2	100	8
5	2	100	10
6	2	100	12
7	2	100	13
8	2	100	15
9	2	100	17

3.1.4. Cálculo arquetas

Para el cálculo de las arquetas se tiene en cuenta el diámetro del colector de salida de las mismas.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90	

Todas las arquetas serán de 40 x 40 cm ya que todos los conectores de salida son de máximo 100 mm, siendo todas aquellas que se instalan en el interior de la industria arquetas sifónicas para evitar malos olores.

3.2. Red de aguas de proceso

Las tuberías serán todas de PVC reforzado y las arquetas de ladrillo de fábrica.

3.2.1. Sumideros

En las áreas de producción y almacenes se colocan sumideros para recoger aguas de limpieza de equipos o limpieza de la solera. El agua se conduce a los sumideros gracias a los desniveles del suelo para poder así ser recogida y derivada a las arquetas sifónicas.

3.2.2. Cálculo colectores horizontales

Al igual que en las aguas fecales, los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme. El diámetro de los mismos se obtiene de la tabla siguiente, en función del máximo número de UD y de la pendiente.

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Para evitar posibles atascos se instalarán todos los colectores de 110 mm de diámetro.

3.2.3. Cálculo arquetas

Para el dimensionado de las arquetas se tiene en cuenta el diámetro del colector a la salida de las mismas.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]							
	100	150	200	250	300	350	400	500
L x A [cm]	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90

Por lo que, al instalar colectores de 110 mm en toda la instalación, las arquetas sifónicas deberán ser de 50x50 cm.

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 7. Instalación de fontanería



**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1. Introducción	2
2. Caudal de los aparatos instalados.....	2
2.1. Instalación de agua fría	3
2.2. Instalación de agua caliente.....	3
3. Dimensionado de las instalaciones	4

1. Introducción

El presente anejo tiene como objetivo describir las condiciones técnicas que debe satisfacer la instalación de suministro de agua, con el fin de lograr un correcto funcionamiento y regularidad en la instalación.

La planta se sitúa en una parcela que cuenta con suministro de agua potable, con una toma que asegurar el abastecimiento de agua para las necesidades de servicio y de usos industriales.

En todo momento se aplica la normativa correspondiente del código técnico de edificación (CTE HS-4).

Para la realización de los cálculos y el dimensionados de la red se ha empleado el software informático Cype.

El caudal instalado es de 13,02 l/s entre agua fría y agua caliente obtenida mediante un calentador eléctrico. La instalación está compuesta por tuberías de cobre conectada a la acometida a partir de la cual el agua es dirigida a las diferentes zonas de la industria y calentada para obtención de agua caliente para los aseos, vestuarios y laboratorio.

Los detalles de los distintos elementos de la instalación de fontanería y su distribución se encuentran reflejados en el Plano: Instalación de fontanería.

2. Caudal de los aparatos instalados

Tabla 1. Caudal aparatos y equipos instalados.

Aparato	Caudal mínima (l/s)
Lavabo	0,10
Ducha	0,20
Inodoro con cisterna	0,10
Fregadero de laboratorio	0,30
Tomas de limpieza	0,20
CIP	2,22
Pasteurizador	1,8
Desaireador	0,2
Depósitos refrigerados	0,5
Agua para mezcla con el concentrado	1,8

2.1. Instalación de agua fría

Las necesidades de agua fría en las distintas zonas de la industria son las siguientes:

- Aseo y vestuarios:
 - 6 lavabos $\rightarrow 6 \times 0,10 = 0,60$ l/s
 - 6 inodoros con cisterna $\rightarrow 6 \times 0,10 = 0,60$ l/s
 - 4 duchas $\rightarrow 4 \times 0,2 = 0,80$ l/s
 - Total = 2 l/s**
- Laboratorio:
 - 1 Fregadero $\rightarrow 0,20$ l/s
 - Total = 0,20 l/s**
- Zona de procesado:
 - 1 equipo CIP $\rightarrow 2,22$ l/s
 - 1 desaireador $\rightarrow 0,20$ l/s
 - 2 depósitos refrigerados $\rightarrow 2 \times 0,5$ l/s = 1 l/s
 - 3 tomas de limpieza $\rightarrow 3 \times 0,20 = 0,60$ l/s
 - Total = 4,02 l/s**
- Almacenes:
 - 8 tomas de limpieza repartidos entre las distintas zonas $\rightarrow 8 \times 0,20 = 1,6$ l/s
 - Total = 1,6 l/s**
- Sala tratamiento agua para elaboración de los zumos:
 - Total = 1,8 l/s**

Las necesidades totales de agua fría en la industria son de 9,62 l/s.

2.2. Instalación de agua caliente

Las necesidades de agua caliente son las siguientes:

- Aseo y vestuarios:
 - 6 lavabos $\rightarrow 6 \times 0,10 = 0,60$ l/s
 - 4 duchas $\rightarrow 4 \times 0,2 = 0,80$ l/s
 - Total = 1,4 l/s**
- Laboratorio:
 - 1 Fregadero $\rightarrow 0,20$ l/s
 - Total = 0,20 l/s**

- Zona de procesado:
 - o 1 pasteurizador → 1,8 l/s
- Total = 1,8 l/s**

Las necesidades totales de agua caliente en la industria son de 3,4 l/s.

3. Dimensionado de las instalaciones

El dimensionado de la instalación de agua fría y caliente se ha realizado con el software CYPE introduciéndole los datos de caudal necesaria para cada aparato y obteniendo así los diámetros de las tuberías, la velocidad, pérdidas de presión, longitud de las tuberías, etc, como se muestra en la siguiente tabla:

Grupo: Planta baja			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N2 -> A16	PVC-Ø18 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A16	Agua caliente, PVC-Ø18 Longitud: 0.18 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> A17	PVC-Ø22 Longitud: 0.19 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> A17	Agua caliente, PVC-Ø22 Longitud: 0.06 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N11	PVC-Ø28 Longitud: 1.51 m	Caudal: 0.60 l/s Velocidad: 1.10 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> N12	PVC-Ø28 Longitud: 7.28 m	Caudal: 0.50 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.38 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> N13	PVC-Ø22 Longitud: 1.51 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.18 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> N6	PVC-Ø22 Longitud: 1.53 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N15	PVC-Ø28 Longitud: 1.00 m	Caudal: 0.60 l/s Velocidad: 1.10 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Grupo: Planta baja			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N15 -> N16	PVC-Ø22 Longitud: 4.34 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.52 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> N2	PVC-Ø18 Longitud: 0.90 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N17 -> N18	PVC-Ø54 Longitud: 0.90 m	Caudal: 2.40 l/s Velocidad: 1.09 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> N19	PVC-Ø54 Longitud: 0.86 m	Caudal: 2.30 l/s Velocidad: 1.04 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> A10	PVC-Ø15 Longitud: 0.31 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> N20	PVC-Ø54 Longitud: 0.92 m	Caudal: 2.30 l/s Velocidad: 1.04 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> N21	PVC-Ø54 Longitud: 2.56 m	Caudal: 2.30 l/s Velocidad: 1.04 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> A3	PVC-Ø15 Longitud: 0.29 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> N22	PVC-Ø54 Longitud: 0.84 m	Caudal: 2.20 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> A11	PVC-Ø15 Longitud: 0.29 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N22 -> N23	PVC-Ø54 Longitud: 0.92 m	Caudal: 2.10 l/s Velocidad: 0.95 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N22 -> A12	PVC-Ø15 Longitud: 0.36 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N23 -> N24	PVC-Ø54 Longitud: 0.88 m	Caudal: 2.10 l/s Velocidad: 0.95 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N23 -> A2	PVC-Ø15 Longitud: 0.28 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Grupo: Planta baja			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N24 -> A1	PVC-Ø15 Longitud: 0.31 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> N41	PVC-Ø54 Longitud: 4.33 m	Caudal: 2.10 l/s Velocidad: 0.95 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N25 -> A1	Agua caliente, PVC-Ø15 Longitud: 0.45 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N35 -> N25	Agua caliente, PVC-Ø42 Longitud: 7.18 m	Caudal: 1.10 l/s Velocidad: 0.88 m/s Pérdida presión: 0.19 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N25 -> N26	Agua caliente, PVC-Ø35 Longitud: 0.88 m	Caudal: 1.00 l/s Velocidad: 1.17 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> A2	Agua caliente, PVC-Ø15 Longitud: 0.43 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N27 -> N28	Agua caliente, PVC-Ø28 Longitud: 1.00 m	Caudal: 0.60 l/s Velocidad: 1.10 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> N29	Agua caliente, PVC-Ø22 Longitud: 4.34 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.47 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N29 -> N4	Agua caliente, PVC-Ø18 Longitud: 0.90 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> N30	Agua caliente, PVC-Ø35 Longitud: 4.32 m	Caudal: 0.90 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.20 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N30 -> A3	Agua caliente, PVC-Ø15 Longitud: 0.42 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N30 -> N31	Agua caliente, PVC-Ø35 Longitud: 0.92 m	Caudal: 0.80 l/s Velocidad: 0.94 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N31 -> A4	Agua caliente, PVC-Ø15 Longitud: 0.38 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N32 -> N8	Agua caliente, PVC-Ø22 Longitud: 3.03 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.19 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Grupo: Planta baja			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N33 -> N32	Agua caliente, PVC-Ø22 Longitud: 7.28 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.78 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N33 -> A6	Agua caliente, PVC-Ø15 Longitud: 0.27 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N34 -> N14	PVC-Ø35 Longitud: 13.00 m	Caudal: 0.80 l/s Velocidad: 0.94 m/s Pérdida presión: 0.54 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N34 -> N35	PVC-Ø54 Longitud: 0.70 m	Caudal: 1.90 l/s Velocidad: 0.86 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N34 -> N35	Agua caliente, PVC-Ø54 Longitud: 0.44 m	Caudal: 1.90 l/s Velocidad: 0.86 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N35 -> N27	Agua caliente, PVC-Ø35 Longitud: 11.86 m	Caudal: 0.80 l/s Velocidad: 0.94 m/s Pérdida presión: 0.44 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N36 -> N46	PVC-Ø82 Longitud: 13.35 m	Caudal: 5.02 l/s Velocidad: 0.98 m/s Pérdida presión: 0.20 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N36 -> N59	PVC-Ø82 Longitud: 7.00 m	Caudal: 4.70 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N38 -> N58	Agua caliente, PVC-Ø18 Longitud: 13.35 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 1.15 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N43 -> N17	PVC-Ø54 Longitud: 4.91 m	Caudal: 2.50 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.16 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N43 -> A30	PVC-Ø54 Longitud: 0.46 m	Caudal: 1.80 l/s Velocidad: 0.82 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N50 -> A22	PVC-Ø28 Longitud: 6.03 m	Caudal: 0.50 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.32 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N37 -> A23	PVC-Ø18 Longitud: 0.41 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N49 -> A27	PVC-Ø18 Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Grupo: Planta baja			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N31 -> N56	Agua caliente, PVC- Ø35 Longitud: 8.40 m	Caudal: 0.70 l/s Velocidad: 0.82 m/s Pérdida presión: 0.24 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N56 -> N38	Agua caliente, PVC- Ø35 Longitud: 24.11 m	Caudal: 0.70 l/s Velocidad: 0.82 m/s Pérdida presión: 0.70 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N41 -> A33	PVC-Ø18 Longitud: 0.34 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N54 -> A29	PVC-Ø18 Longitud: 0.36 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N47 -> N54	PVC-Ø18 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N40 -> N52	PVC-Ø42 Longitud: 4.86 m	Caudal: 1.20 l/s Velocidad: 0.96 m/s Pérdida presión: 0.17 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N40 -> A21	PVC-Ø28 Longitud: 6.00 m	Caudal: 0.50 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.32 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N52 -> A20	PVC-Ø18 Longitud: 0.26 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N53 -> A25	PVC-Ø18 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N42 -> N39	PVC-Ø22 Longitud: 4.72 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.56 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N42 -> N45	PVC-Ø18 Longitud: 6.36 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.62 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N45 -> A24	PVC-Ø18 Longitud: 0.27 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N39 -> A26	PVC-Ø18 Longitud: 0.39 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N47 -> N50	PVC-Ø82 Longitud: 14.85 m	Caudal: 4.62 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.19 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Grupo: Planta baja			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N48 -> A18	PVC-Ø54 Longitud: 1.06 m	Caudal: 2.22 l/s Velocidad: 1.01 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N48 -> N44	PVC-Ø54 Longitud: 6.45 m	Caudal: 1.90 l/s Velocidad: 0.86 m/s Pérdida presión: 0.13 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N50 -> N48	PVC-Ø70 Longitud: 2.73 m	Caudal: 4.12 l/s Velocidad: 1.11 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N51 -> A19	Agua caliente, PVC-Ø18 Longitud: 4.66 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.40 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N52 -> N55	PVC-Ø35 Longitud: 0.68 m	Caudal: 1.00 l/s Velocidad: 1.17 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N53 -> N42	PVC-Ø28 Longitud: 4.79 m	Caudal: 0.60 l/s Velocidad: 1.10 m/s Pérdida presión: 0.35 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N55 -> N53	PVC-Ø35 Longitud: 0.87 m	Caudal: 0.80 l/s Velocidad: 0.94 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N55 -> N49	PVC-Ø18 Longitud: 11.13 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 1.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N39 -> N37	PVC-Ø18 Longitud: 0.99 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N41 -> N34	PVC-Ø54 Longitud: 1.71 m	Caudal: 1.90 l/s Velocidad: 0.86 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N44 -> A28	PVC-Ø18 Longitud: 6.46 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.63 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N44 -> N40	PVC-Ø54 Longitud: 4.66 m	Caudal: 1.70 l/s Velocidad: 0.77 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N57 -> A31	PVC-Ø18 Longitud: 0.43 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N46 -> N47	PVC-Ø82 Longitud: 5.38 m	Caudal: 4.82 l/s Velocidad: 0.94 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Grupo: Planta baja			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N46 -> N57	PVC-Ø18 Longitud: 7.17 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.70 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N58 -> N51	Agua caliente, PVC-Ø18 Longitud: 25.95 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 2.24 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N59 -> A32	PVC-Ø18 Longitud: 0.66 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N60 -> A34	PVC-Ø18 Longitud: 0.65 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N59 -> N60	PVC-Ø82 Longitud: 12.01 m	Caudal: 4.50 l/s Velocidad: 0.88 m/s Pérdida presión: 0.15 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N60 -> N43	PVC-Ø70 Longitud: 6.84 m	Caudal: 4.30 l/s Velocidad: 1.16 m/s Pérdida presión: 0.17 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> N36	PVC-Ø110 Longitud: 5.18 m	Caudal: 9.72 l/s Velocidad: 1.12 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N1	PVC-Ø110 Longitud: 0.21 m	Caudal: 9.72 l/s Velocidad: 1.12 m/s Pérdida presión: 0.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N1	PVC-Ø110 Longitud: 0.27 m	Caudal: 9.72 l/s Velocidad: 1.12 m/s Pérdida presión: 0.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N38 -> N3	Agua caliente, PVC-Ø28 Longitud: 5.18 m	Caudal: 0.50 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.24 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N7	Agua caliente, PVC-Ø28 Longitud: 0.23 m	Caudal: 0.50 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N7	Agua caliente, PVC-Ø28 Longitud: 0.26 m	Caudal: 0.50 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N10	PVC-Ø35 Longitud: 0.22 m	Caudal: 0.70 l/s Velocidad: 0.82 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N10	PVC-Ø35 Longitud: 8.43 m	Caudal: 0.70 l/s Velocidad: 0.82 m/s Pérdida presión: 0.28 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Grupo: Planta baja			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N9 -> N5	PVC-Ø110 Longitud: 1.21 m	Caudal: 9.92 l/s Velocidad: 1.14 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N5	PVC-Ø110 Longitud: 0.43 m	Caudal: 9.92 l/s Velocidad: 1.14 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N5	PVC-Ø110 Longitud: 0.36 m	Caudal: 9.92 l/s Velocidad: 1.14 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N5	PVC-Ø110 Longitud: 0.34 m	Caudal: 9.92 l/s Velocidad: 1.14 m/s Pérdida presión: 0.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N33	Agua caliente, PVC-Ø28 Longitud: 0.41 m	Caudal: 0.50 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N33	Agua caliente, PVC-Ø28 Longitud: 9.75 m	Caudal: 0.50 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.46 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> A4	PVC-Ø15 Longitud: 0.26 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> A5	PVC-Ø15 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N32 -> A5	Agua caliente, PVC-Ø15 Longitud: 0.38 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> A6	PVC-Ø15 Longitud: 0.29 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> A7	PVC-Ø15 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> A8	PVC-Ø15 Longitud: 0.38 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N17 -> A9	PVC-Ø15 Longitud: 0.29 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> A13	PVC-Ø18 Longitud: 0.34 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Grupo: Planta baja			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N27 -> A13	Agua caliente, PVC- Ø18 Longitud: 0.21 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> A14	PVC-Ø18 Longitud: 0.32 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> A14	Agua caliente, PVC- Ø18 Longitud: 0.19 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> A15	PVC-Ø18 Longitud: 0.28 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N29 -> A15	Agua caliente, PVC- Ø18 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 8. Instalación eléctrica



**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1. Introducción	2
2. Normativa.....	2
3. Características de la energía eléctrica.....	2
4. Descripción general de la instalación en baja tensión	2
5. Componentes de la instalación	3
6. Instalación de alumbrado.....	4
6.1. Alumbrado interior.....	4
6.2. Alumbrado exterior.....	6
6.3. Alumbrado de emergencia.....	7
7. Justificación de la potencia	8
7.1. Potencia instalada	8
7.2. Potencia prevista.....	10
8. Fórmulas utilizadas.....	10
8.1. Intensidad máxima admisible	10
8.2. Caída de tensión.....	10
8.3. Intensidad de cortocircuito	12
9. Cálculos	14
9.1. Sección de las líneas.....	14
9.2.- Cálculo de las protecciones.....	20
10. Cálculos de puesta a tierra	27
10.1. Resistencia de la puesta a tierra de las masas	27
10.2. Resistencia de la puesta a tierra del neutro.....	28
10.3. Protección contra contactos indirectos	28

1. Introducción

En el presente anejo se establecen las bases, diseños, valores que reflejan de forma explícita las obras a realizar y las características de los distintos elementos que forman la instalación, con el fin de obtener de la Delegación Provincial de Industria y Trabajo de la Comunidad Autónoma la autorización del presente anejo, para la realización de las obras y posteriormente, la correspondiente autorización de puesta en servicio con arreglo a la Instrucción ICT-BT 04 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Para el cálculo de la instalación eléctrica se ha empleado el software “Cype 2014”.

2. Normativa

En la redacción del presente proyecto y en la posterior ejecución de las instalaciones correspondientes al mismo se seguirán los criterios indicados en las Normas y reglamentos Oficiales Vigentes hasta el día de hoy y muy particularmente:

- Reglamento Electrotécnico Baja Tensión aprobado por decreto 842 / 2002 de 2 de Agosto e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real decreto 842/2002 de 2 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para BT (BOE nº 224 de 18.09.02)
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro bajo lo especificado en Decreto de 12 de Marzo de 1954 y posteriores modificaciones que afecten al mismo.

Se modifica con efectos de 30 de junio de 2015, las ITC BT-02, BT-04, BT-05, BT-10, BT-16 y BT-25, y se añade la BT-52, por Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre (Ref. BOE-A-2014-13681).

La presente actividad está incluida dentro del uso de “Netamente industrial grupo A,

3. Características de la energía eléctrica

La presente actividad está incluida dentro del uso de “Netamente industrial grupo A, potencia mayor de 20 kW, según referencia ITC-BT-04.

La energía eléctrica se toma de la red de Baja Tensión que la compañía Iberdrola S.S. posee en la zona, siendo la red de alimentación de tres fases más neutro (3F+N), sistema trifásico-monofásico y frecuencia 50 Hz. Tensión 3x400/230V.

4. Descripción general de la instalación en baja tensión

Para el caso de suministros a un único usuario, al no existir línea general de alimentación, se colocará en un único elemento la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida (CPM), conforme a los esquemas 2.1 y 2.2.1 de la instrucción ITC.BT-12. Desde la línea de suministro principal del polígono se instalará una línea de acometida hasta el aparato de medida, que estará colocado en su cuadro correspondiente en la fachada principal se canalizarán mediante Tubo de PVC tipo decaplast corrugado exterior liso, con el diámetro interior mínimo de 110 mm, protegiendo la subida con tubo de acero rígido mínimo M-63 hasta el cuadro de baja tensión, situado según planos, practicando un corte general formado por magnetotérmico de características adecuadas a la

potencia instalada, se incluirá una caja adecuada para acoplar ICP, el cual instalará la empresa suministradora, desde el cuadro general de baja tensión, parten líneas individuales a cada uno de los receptores y otros servicios cuyo esquema unifilar queda perfectamente definido en el documento planos. Desde estos cuadros se alimentarán a los receptores, protegiendo siempre todas las líneas con magnetotérmicos de intensidad adecuada y diferenciales perfectamente coordinados.

5. Componentes de la instalación

- **Acometida:** Instalación comprendida entre la red de distribución pública y la caja general de protección. Sus características vienen reguladas por la MI BT 011 del REBT. Irá en canalización subterránea.
- **Caja general de protección:** Aloja los elementos de protección de la línea repartidora y señala el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios. Sus características están reguladas por la instrucción MI BT 012 del REBT. Dentro de la caja, están los elementos de mando y protección.
- **Contador:** Aloja los dispositivos necesarios para el recuento de la energía eléctrica utilizada en la industria.
- **Cuadro general de distribución:** Distribuye y protege las líneas de las instalaciones interiores. Aloja un interruptor de control de potencia que protege la línea de suministro general, un interruptor diferencial que protege a los contactos y un pequeño interruptor automático para proteger cada circuito del interior. Se situará en el interior edificio, próximo a la puerta, en lugar fácilmente accesible y de uso general.
- **Líneas repartidoras:** Son las líneas que enlazan el cuadro general de distribución con los cuadros secundarios. Están reguladas por la MI BT 013. En suministros trifásicos están constituidos por 3 conductores de fase, uno neutro y uno de protección. Serán de cobre, unipolares y aislados de 0,6/1 KV, según norma UNE-20460-5-523. Los tubos serán rígidos, aislantes y resistentes al fuego.
- **Cajas de derivación:** Efectúa y aloja las conexiones entre conductores.
- **Cuadros secundarios de distribución:** Se utilizan para efectuar y alojar las conexiones entre conductores.
- **Líneas de fuerza motriz:** Es la línea constituida por tres conductores en fase, que enlazan los cuadros secundarios con las tomas de fuerza de las máquinas.
- **Línea de alumbrado:** Línea que parte del cuadro general de distribución y que se destina al alumbrado de las distintas áreas de la nave.
- **Línea principal de tierra:** Es la línea constituida por un conductor de cobre, que enlaza las máquinas, tuberías de agua, depósitos metálicos y cualquier masa metálica importante con la arqueta de conexión de puesta a tierra.

6. Instalación de alumbrado

La iluminación de la industria se realiza mediante lámparas led. La tecnología de iluminación led presenta grandes ventajas respecto a la iluminación convencional.

- **Mayor eficiencia:** Frente a una bombilla incandescente la iluminación led ofrece un 80-90 % más de eficacia lo que se traduce en un ahorro de un 90 % en la factura de electricidad.
- **Larga vida:** La iluminación led ofrece una vida de unas 50.000 horas frente a una vida media de 1.000 horas de una bombilla estándar. Se traduce en un coste de mantenimiento infinitamente inferior.
- **Ecológicas:** Aparte de consumir menor energía (contribuyen a una menor emisión de CO₂ a la atmósfera), son reciclables al 100%, no contienen tungsteno como las bombillas normales, ni mercurio como la iluminación fluorescente. Cumplen con la normativa europea de sustancias contaminantes RoHS.
- **No emiten calor:** A diferencia de una bombilla estándar, la iluminación led de baja potencia no desperdicia energía en crear calor, lo cual permite instalar luz en sitios muy complejos, con poco espacio o en sitios enemigos de calor.
- **Encendido:** Se encienden instantáneamente al 100% de su intensidad y no se deterioran por el número de encendidos.
- **Tipo de luz:** Emiten luz blanca pura, pueden emitir luz blanca cálida y de diversos colores, así como multicolor.

6.1. Alumbrado interior

Para el alumbrado de las distintas zonas del interior de la industria se han seguido una serie de pasos destinados a la obtención de las necesidades de iluminación de estas de zonas.

La determinación de los niveles de iluminación E, en lux, correspondientes a cada local. Se deducen del cuadro 1 de la NTE-IEI, según el criterio de uso de dicho local y se muestran a continuación:

Cálculo del flujo luminoso para cada zona mediante la siguiente fórmula:

$$\phi L = E \cdot A$$

Siendo:

- o ϕL : Flujo luminoso total necesario (lúmenes).
- o E: Nivel de iluminación deseado (lux).
- o A: Superficie a iluminar (m²).

La selección de las luminarias adecuadas para el alumbrado, dependiendo de las necesidades del local. Se han elegido las siguientes luminarias para la iluminación interior de las dependencias:

Tipo A: Luminaria Estanca Led IP65 150 cm

- o Potencia: 48W.
- o Flujo luminoso: 4000 lm.

- Temperatura de la luz: 6500K.
- Vida útil: 50.000 horas.

Tipo B: Luminaria lineal led IP 40 150 cm

- Potencia: 65W.
- Flujo luminoso: 5187 lm.
- Temperatura de la luz: 4000K.
- Vida útil: 50.000 horas.

Tipo C: Panel led Slim 60x60cm

- Potencia: 40W.
- Flujo luminoso: 3200 lm.
- Temperatura de la luz: 4000-4500K.
- Vida útil: 50.000 horas.

Cálculo del número de luminarias necesarias para cada local mediante la fórmula:

$$NL = \frac{\Phi L \text{ local}}{\Phi L \text{ unitario}}$$

Siendo:

- NL = Número de luminarias.
- ΦL local = Flujo luminoso necesario en el local.
- ΦL unitario = Flujo luminoso de cada luminaria.

En la siguiente tabla se recogen las necesidades de luminarias y su tipo en cada una de las zonas interiores de la industria:

	Superficie (m ²)	Iluminación óptima (lux)	Flujo luminoso necesario (lum)	Tipo luminaria	Flujo luminoso por lámpara (lum)	Potencia por lámpara (W)	Nº luminarias	Potencia por zona (W)
Sala producción	595,32	600	357192	B	5187	65	69	4485
Muelle expedición	29	300	8700	A	4000	48	3	144
Muelle recepción	34,8	300	10440	A	4000	48	3	144
Almacén p. final	254,16	300	76248	A	4000	48	20	960
Almacén mat. Aux.	52,8	300	15840	B	5187	65	4	260
Almacén aditivos	34,2	300	10260	B	5187	65	2	130
Almacén desperdicios	67,64	300	20292	B	5187	65	4	260
Cuarto limpieza	14,07	100	1407	B	5187	65	1	65
Pasillo A	33,72	200	6744	B	5187	65	2	130
Pasillo B	18	200	3600	B	5187	65	1	65

Pasillo C	64	200	12800	B	5187	65	3	195
Pasillo D	44,8	200	8960	C	3200	40	3	120
Cámara congelador	46,5	200	9300	A	4000	48	3	144
Cámara deshielo	46,5	200	9300	A	4000	48	3	144
Sala producción frío	30,69	150	4603,5	B	5187	65	1	65
Neumática	15,02	150	2253	B	5187	65	1	65
P. vapor	15,02	150	2253	B	5187	65	1	65
Taller y repuestos	17,1	500	8550	B	5187	65	2	130
Vestuario y baño Mas.	19	200	3800	B	5187	65	1	65
Vestuario y baño Fem.	19	200	3800	B	5187	65	1	65
Sala tratamiento agua	28,12	150	4218	B	5187	65	1	65
Comedor	18,24	200	3648	B	5187	65	1	65
Laboratorio	19,71	600	11826	C	3200	40	4	160
Aseo Mas.	7,22	200	1444	C	3200	40	1	40
Aseo Fem.	7,22	200	1444	C	3200	40	1	40
Despacho	8,36	400	3344	C	3200	40	2	80
Oficina	17,48	400	6992	C	3200	40	3	120

6.2. Alumbrado exterior

Para la instalación de alumbrado exterior, se han distribuido lámparas a lo largo del perímetro de la zona urbanizada de la parcela, dando prioridades a los lugares de paso más comunes, como pueden ser las puertas de acceso y salida de personal, muelles de carga y descarga, aparcamientos.

En el alumbrado exterior es conveniente instalar lámparas de alta intensidad que permiten gran versatilidad en la instalación y su horquilla móvil permite adaptarse a diferentes situaciones de montaje.

El tipo de luminaria seleccionado, es el siguiente:

Tipo D Luminaria para exterior led

- Potencia: 168W.
- Flujo luminoso: 12600 lm.
- Vida útil: 50.000 horas.

De igual forma, se calcula el flujo luminoso mediante la siguiente fórmula:

$$\phi L = E \cdot A$$

Siendo:

- ΦL : Flujo luminoso total necesario (lúmenes).
- E: Nivel de iluminación deseado (lux).
- A: Superficie a iluminar (m^2).

El número de luminarias necesarias se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$NL = \frac{\Phi L \text{ local}}{\Phi L \text{ unitario}}$$

Siendo:

- NL = Número de luminarias.
- ΦL local = Flujo luminoso necesario en el local.
- ΦL unitario = Flujo luminoso de cada luminaria.

Para la parte exterior de la industria, es necesario un flujo luminoso de 377.500 lum, siendo necesario 30 luminarias para conseguir la iluminación óptima.

6.3. Alumbrado de emergencia

Según la ITC-BT-28, las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado principal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

El tipo de luminaria elegida es:

Luminaria de emergencia URA ONE LVS2

- Flujo luminoso: 200 lum.
- Tipo batería: Ni-MH.
- Autonomía: 2 horas.
- Vida útil: 150.000 horas.
- Potencia: 2W.

Considerando que las luminarias de emergencia tienen que dar aproximadamente unos 20 lux para una correcta evacuación, se han calculado el número de luminarias necesarias para cada área.

	Superficie (m^2)	Flujo luminoso necesario (lum)	Nº luminarias	Potencia por zona (W)
Oficinas	133,33	2666,6	14	28
Sala producción	684,17	13683,4	69	138
Almacenes	579,67	11593,4	58	116
Pasillos	160,52	3210,4	16	32

7. Justificación de la potencia

7.1. Potencia instalada

Se refiere a la suma total de la potencia de cada receptor colocado. Para ello, se tendrá en cuenta la potencia de todos los receptores de alumbrado general, así como todos los receptores de fuerza necesarios para la actividad funcional de la industria.

En las siguientes tablas se reflejan las necesidades de potencia para alumbrado y para fuerza:

Potencia circuito alumbrado

	Potencia por lámpara (W)	Nº luminarias	Potencia total (W)
Taller, Vestuarios y trat. Agua			
Vestuario y baño Mas.	65	1	65
Vestuario y baño Fem.	65	1	65
sala tratamiento agua	65	1	65
Taller y repuestos	65	2	130
Producción			
Sala producción	65	69	4485
Muelle expedición	48	3	144
Muelle recepción	48	3	144
Almacén p. final	48	20	960
Almacén mat. Aux.	65	4	260
Almacén aditivos	65	2	130
Almacén desperdicios	65	4	260
Cuarto limpieza	65	1	65
Pasillo A	65	2	130
Pasillo B	65	1	65
Cámara congelador	48	3	144
Cámara deshielo	48	3	144
Sala producción frío	65	1	65
Neumática	65	1	65
P. vapor	65	1	65
Oficinas			
Comedor	65	1	65
Laboratorio	40	4	160
Aseo Mas.	40	1	40
Aseo Fem.	40	1	40
Despacho	40	2	80
Oficina	40	3	120
Pasillo C	65	3	195
Pasillo D	40	3	120
Elementos exteriores			
zona exterior	168	30	5040
Potencia total alumbrado (W)			13.311

Potencia circuito de fuerza

	Unidades	Potencia (W)
Taller, Vestuarios y trat. Agua		
Maquinaria trifásica taller	1	4,6
Maquinaria monofásica taller	1	2
Intercambiador iónico	1	200
Equipo UV	1	80
Filtro carbón activo	1	200
Depósito	1	200
Otros monofásica	1	2,3
Otros trifásica	1	2,3
Producción		
Bomba desplazamiento positivo	1	5500
Depósito	1	200
Mezclador	1	3000
Desaireador	1	2500
Pasteurizador	1	18000
Depósito regulador	1	200
Llenadora aséptica	1	19000
Detector metales	1	200
Encartonadora	1	5500
Robot	1	10000
Paletizadora	1	15000
CIP	1	7500
Bombas de trasiego	5	750
Otros monofásica	1	15
Otros trifásica	1	3,2
Puertas elevadoras	1	36
Puntos de carga carretillas	1	30
Oficinas		
Otros trifásica	1	9,6
Nevera comedor	1	0,351
Instru. Laboratorio	1	0,351
Nevera laboratorio	1	0,351
Elementos exteriores		
Puertas automáticas	2	4,5
Otros	1	4
Total fuerza (W)		88.144,553

- **Potencia total = 88.144,553 W + 13.311 W = 101.455,553 W**

7.2. Potencia prevista

Se refiere a la potencia resultante una vez aplicados todos los coeficientes prescritos en el R.E.B.T. para cada tipo de receptor instalado, el coeficiente de simultaneidad, y considerando una potencia en los circuitos destinados a tomas de corriente.

Si aplicamos un coeficiente en simultaneidad de 0,80 obtenemos:

$$101.455,553 \text{ W} \times 0,80 = \mathbf{81.164,44 \text{ W}}$$

8. Fórmulas utilizadas

Los cálculos de la instalación se realizan con el software “Cype 2014”, el cuál emplea las siguientes fórmulas:

8.1. Intensidad máxima admisible

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

1. Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi}$$

2. Intensidad nominal en servicio trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- I_n : Intensidad nominal del circuito en A
- P: Potencia en W
- U_f : Tensión simple en V
- U_l : Tensión compuesta en V
- $\cos(\varphi)$: Factor de potencia

8.2. Caída de tensión

Tipo de instalación: Instalación general.

Tipo de esquema: Desde acometida.

La caída de tensión no superará el siguiente valor:

- Derivación individual: 1,5%

En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de circuitos,

siendo admisible la compensación de caída de tensión junto con las correspondientes derivaciones individuales, de manera que conjuntamente no se supere un porcentaje del 4,5% de la tensión nominal para los circuitos de alumbrado y del 6,5% para el resto de circuitos.

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

1. C.d.t. en servicio monofásico

Despreciando el término de reactancia, dado el elevado valor de R/X, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

2. C.d.t en servicio trifásico

Despreciando también en este caso el término de reactancia, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Los valores conocidos de resistencia de los conductores están referidos a una temperatura de 20°C.

Los conductores empleados serán de cobre o aluminio, siendo los coeficientes de variación con la temperatura y las resistividades a 20°C los siguientes:

- Cobre

$$\alpha = 0.00393^{\circ} C^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}C} = \frac{1}{56} \Omega \cdot mm^2 / m$$

- Aluminio

$$\alpha = 0.00403^{\circ} C^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}C} = \frac{1}{35} \Omega \cdot mm^2 / m$$

Se establecen tres criterios para la corrección de la resistencia de los conductores y por tanto del cálculo de la caída de tensión, en función de la temperatura a considerar.

Los tres criterios son los siguientes:

a) Considerando la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

En este caso, para calcular la resistencia real del cable se considerará la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

Se aplicará la fórmula siguiente:

$$R_{T_{\max}} = R_{20^{\circ}\text{C}} [1 + \alpha (T_{\max} - 20)]$$

La temperatura 'Tmax' depende de los materiales aislantes y corresponderá con un valor de 90°C para conductores con aislamiento XLPE y EPR y de 70°C para conductores de PVC según tabla 2 de la ITC BT-07 (Reglamento electrotécnico de baja tensión).

b) Considerando la temperatura máxima prevista de servicio del cable.

Para calcular la temperatura máxima prevista de servicio se considerará que su incremento de temperatura (T) respecto a la temperatura ambiente To (25 °C para cables enterrados y 40°C para cables al aire) es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad, por lo que:

$$T = T_0 + \left[(T_{\max} - T_0) \left(\frac{I_n}{I_z} \right)^2 \right]$$

En este caso la resistencia corregida a la temperatura máxima prevista de servicio será:

$$R_T = R_{20^{\circ}\text{C}} [1 + \alpha (T - 20)]$$

c) Considerando la temperatura ambiente según el tipo de instalación.

En este caso, para calcular la resistencia del cable se considerará la temperatura ambiente To, que corresponderá con 25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire, de acuerdo con la fórmula:

$$R_{T_0} = R_{20^{\circ}\text{C}} [1 + \alpha (T_0 - 20)]$$

En las tablas de resultados de cálculo se especifica el criterio empleado para las diferentes líneas.

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- In: Intensidad nominal del circuito en A
- Iz: Intensidad admisible del cable en A.
- P: Potencia en W
- cos(phi): Factor de potencia
- S: Sección en mm²
- L: Longitud en m
- ro: Resistividad del conductor en ohm·mm²/m
- alpha: Coeficiente de variación con la temperatura

8.3. Intensidad de cortocircuito

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_l}$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- U_f : Tensión compuesta en V
- U_f : Tensión simple en V
- Z_t : Impedancia total en el punto de cortocircuito en mohm
- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

Siendo:

- $R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$: Resistencia total en el punto de cortocircuito.
- $X_t = X_1 + X_2 + \dots + X_n$: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 \cdot t \leq C \cdot \Delta T \cdot S^2$$

para $0,01 \leq t \leq 0,1$ s, y donde:

- I : Intensidad permanente de cortocircuito en A.
- t : Tiempo de desconexión en s.
- C : Constante que depende del tipo de material.
- ΔT : Sobretemperatura máxima del cable en °C.
- S : Sección en mm²

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 seg.

9. Cálculos

Los cálculos obtenidos por el software "Cype 2014" son los siguientes:

9.1. Sección de las líneas

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
- Circuitos interiores de la instalación:
 - 3% para circuitos de alumbrado.
 - 5% para el resto de circuitos.
- Caída de tensión acumulada
- Circuitos interiores de la instalación:
 - 4,5% para circuitos de alumbrado.
 - 6,5% para el resto de circuitos.
- I_{max}: Intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I_z).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Línea general

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Derivación principal	T	344.92	0.90	Puente	RZ1 0.6/1 kV 8 G 240	880.0	553.8	0.01	0.01

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Derivación principal	Instalación enterrada - Bajo tubo - T _a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Cuadro general	T	344.92	0.90	80.0	RZ1 0.6/1 kV 9 G 240	700.0	553.8	0.43	0.43
Taller, Vestuarios y tratamiento aguas	T	15.30	0.92	1.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	66.0	24.0	0.01	0.33

Producción	T	301.13	0.90	1.0	RZ1 0.6/1 kV 9 G 240	700.0	485.8	0.01	0.43
Oficinas	M	11.04	0.95	1.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 16	70.0	50.1	0.06	0.49
Elementos exteriores	T	19.17	0.91	1.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	64.0	30.5	0.03	0.45

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Cuadro general	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 110 mm	1.00
Taller, Vestuarios y tratamiento aguas	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 40 mm	1.00
Producción	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 110 mm	1.00
Oficinas	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 32 mm	1.00
Elementos exteriores	Instalación al aire - T ^a : 40 °C Bandejas perforadas horizontales espaciadas	1.00

Cuadros secundarios y composición

Taller, Vestuarios y tratamiento aguas

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Alumbrado	M	0.52	1.00	80.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 10	52.0	2.3	0.36	0.70
Maquinaria Taller Trifásica	T	4.60	0.95	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	36.0	7.0	0.23	0.56
Maq. taller monofásica	M	2.00	0.95	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	37.0	9.1	0.29	0.63
Tratamiento de agua	T	3.25	0.91	40.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	36.0	5.2	0.32	0.65
Otros monofásica	M	2.30	0.95	100.0	RZ1 0.6/1 kV 2 x 16 + 1 G 35 Al	56.0	10.5	1.06	1.39
Otros trifásica	T	2.88	0.80	100.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	36.0	5.2	0.35	0.69

Producción

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Alumbrado	M	7.13	1.00	500.0	RZ1 0.6/1 kV 2 x 95 + 1 G 50	207.0	30.9	3.29	3.72
Otros Monofásica	M	21.95	0.83	200.0	RZ1 0.6/1 kV 2 x 70 + 1 G 35	171.0	115.4	3.21	3.63
Otros Trifásica	T	3.20	0.95	200.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	50.0	4.9	0.47	0.89
Maq. Prod. Frio para cámaras frigoríficas	T	24.15	0.80	50.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	50.0	43.6	1.76	2.19
Maq. Prod. Frio para camara congeladora	T	10.88	0.80	50.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	36.0	19.6	1.33	1.76
Maq. Prod. Vapor	T	75.00	0.95	50.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 50 + 1 G 25	125.0	114.0	1.16	1.58
Maq. Prod Neumática	T	8.00	0.95	50.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	66.0	12.2	0.37	0.79
Bomba de desplazamient o positivo	M	6.88	0.80	40.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 10	52.0	37.2	2.41	2.83
Depósito mezcla	T	5.00	0.80	45.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	66.0	9.0	0.21	0.63
Desaireador	M	2.50	0.95	55.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	37.0	11.4	2.03	2.45
Pasteurizador	T	18.00	0.95	60.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	66.0	27.3	0.99	1.42
Llenadora aséptica	T	19.00	0.95	65.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	66.0	28.9	1.13	1.56
Encartonadora	T	6.88	0.80	70.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	66.0	12.4	0.44	0.87
Robot	T	12.50	0.80	75.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	66.0	22.6	0.86	1.29
Paletizadora	T	18.75	0.80	80.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	66.0	33.8	1.37	1.80
CIP	M	7.50	0.95	65.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 10	52.0	34.2	4.27	4.69
Bombas de trasiego	T	3.94	0.80	100.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	36.0	7.1	0.48	0.91
Puertas elevadoras	T	36.50	0.80	350.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 25 + 1 G 16	84.0	65.9	3.7	4.13
Puntos de carga Carretillas eléctricas	T	30.00	0.95	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	50.0	45.6	0.88	1.30

Oficinas

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Alumbrado	M	0.39	1.00	100.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	37.0	1.7	0.57	1.06
Otros	M	9.60	0.95	150.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 16	70.0	43.8	3.96	4.45
Nevera comedor	M	0.35	0.95	80.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	37.0	1.6	0.41	0.91
Instr. Laboratorio	M	0.35	0.95	80.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	37.0	1.6	0.41	0.91
Nevera Laboratorio	M	0.35	0.95	80.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	37.0	1.6	0.41	0.91

Elementos exteriores

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Alumbrado	M	5.04	1.00	170.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 10	93.6	21.8	3.75	4.19
Puertas Automáticas	T	10.13	0.80	110.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	57.6	18.3	2.73	3.18
Otros	T	4.00	0.95	170.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	46.0	6.1	0.83	1.28

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (Iz) de la tabla anterior.

Taller, Vestuarios y tratamiento aguas

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Alumbrado	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Maquinaria Taller Trifásica	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Maq. taller monofásica	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Tratamiento de agua	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Otros monofásica	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 32 mm	1.00
Otros trifásica	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00

Producción

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Alumbrado	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 63 mm	1.00
Otros Monofásica	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 63 mm	1.00
Otros Trifásica	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 32 mm	1.00
Maq. Prod. Frio para cámaras frigoríficas	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 32 mm	1.00
Maq. Prod. Frio para camara congeladora	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Maq. Prod. Vapor	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 63 mm	1.00
Maq. Prod Neumática	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 40 mm	1.00
Bomba de desplazamiento positivo	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Depósito mezcla	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 40 mm	1.00
Desaireador	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Pasteurizador	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 40 mm	1.00
Llenadora aséptica	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 40 mm	1.00
Encartonadora	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 40 mm	1.00
Robot	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 40 mm	1.00
Paletizadora	Temperatura: 40 °C	1.00

	Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 40 mm	
CIP	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Bombas de trasiego	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Puertas elevadoras	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 50 mm	1.00
Puntos de carga Carretillas eléctricas	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 32 mm	1.00

Oficinas

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Alumbrado	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Otros	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 32 mm	1.00
Nevera comedor	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Instr. Laboratorio	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Nevera Laboratorio	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00

Elementos exteriores

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Alumbrado	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 63 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Puertas Automáticas	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 50 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Otros	Instalación al aire - T ^a : 40 °C Bandejas perforadas horizontales espaciadas	1.00

9.2.- Cálculo de las protecciones

Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{uso} = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- I_n = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- I_z = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- I_{tc} = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- P_{Calc} = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc} \text{ máx}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc} \text{ máx: } T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$$

$$\text{Para } I_{cc} \text{ mín: } T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{cu} = Intensidad de corte último del dispositivo.
- I_{cs} = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la I_{cc} en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- T_p = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- T_{cable} = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Línea general

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
Derivación principal	344.92	T	553.8	IEC60269 gL/gG In: 800 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	880.0	1280.0	1276.0
				ABB SACE Emax E1 B-PR111/P LI In: 800 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 36 ÷ 45 kA; Curva I - t (Ptos.)		1040.0	

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{cable} CC máx CC mín (s)	T _p CC máx CC mín (s)
Derivación principal	T	IEC60269 gL/gG In: 800 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	100.0	100.0	12.0 4.0	>= 5 >= 5	0.05 0.05
		ABB SACE Emax E1 B-PR111/P LI In: 800 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 36 ÷ 45 kA; Curva I - t (Ptos.)	40.0	40.0			

Cuadro general de distribución**Sobrecarga**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
Cuadro general	344.92	T	553.8	ABB SACE Emax E1 B-PR111/P LI In: 800 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 36 ÷ 45 kA; Curva I - t (Ptos.)	700.0	884.0	1015.0
Taller, Vestuarios y tratamiento aguas	15.30	T	24.0	ABB Isomax S1B TM In: 25 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	66.0	32.5	95.7
Producción	301.13	T	485.8	ABB SACE Emax E1 B-PR111/P LI In: 800 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 36 ÷ 45 kA; Curva I - t (Ptos.)	700.0	884.0	1015.0
Oficinas	11.04	M	50.1	EN60898 6kA Curva C In: 63 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	70.0	91.4	101.5
Elementos exteriores	19.17	T	30.5	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 32 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	64.0	41.6	92.8

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{cable} CC máx CC mín (s)	T _p CC máx CC mín (s)
Cuadro general	T	ABB SACE Emax E1 B-PR111/P LI In: 800 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 36 ÷ 45 kA; Curva I - t (Ptos.)	40.0	40.0	12.0 3.5	>= 5 >= 5	0.05 0.05
Taller, Vestuarios y	T	ABB Isomax S1B TM In: 25 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	8.0	10.0 3.4	< 0.1 0.46	- 0.02

tratamiento aguas							
Producción	T	ABB SACE Emax E1 B-PR111/P LI In: 800 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 36 ÷ 45 kA; Curva I - t (Ptos.)	40.0	40.0	10.0 3.5	>= 5 >= 5	0.05 0.05
Oficinas	M	EN60898 6kA Curva C In: 63 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.5 3.4	0.42 0.46	0.10 0.10
Elementos exteriores	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 32 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0	10.0 3.3	< 0.1 0.19	- 0.02

Cuadros secundarios y composición

Taller, Vestuarios y tratamiento aguas

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
Alumbrado	0.52	M	2.3	EN60898 6kA Curva D In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo D; Categoría 3	52.0	8.7	75.4
Maquinaria Taller Trifásica	4.60	T	7.0	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	14.5	52.2
Maq. taller monofásica	2.00	M	9.1	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	37.0	14.5	53.7
Tratamiento de agua	3.25	T	5.2	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	8.7	52.2
Otros monofásica	2.30	M	10.5	EN60898 10kA Curva D In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo D; Categoría 3	56.0	23.2	81.2
Otros trifásica	2.88	T	5.2	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	8.7	52.2

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	T _{cable} CC máx CC mín (s)	T _p CC máx CC mín (s)
Alumbrado	M	EN60898 6kA Curva D In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo D; Categoría 3	6.0	6.0	3.4 0.5	0.18 >= 5	0.10 0.10
Maquinaria Taller Trifásica	T	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	9.4 1.0	< 0.1 0.68	- 0.10
Maq. taller monofásica	M	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.4 1.0	< 0.1 0.68	- 0.10
Tratamiento de agua	T	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	9.4 0.6	< 0.1 1.95	- 0.10
Otros monofásica	M	EN60898 10kA Curva D In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo D; Categoría 3	10.0	7.5	3.4 0.4	0.20 >= 5	0.10 0.10

Otros trifásica	T	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3			10.0	7.5	9.4 0.3	< 0.1 ≥ 5	- 0.10
-----------------	---	---	--	--	------	-----	------------	--------------	-----------

Producción**Sobrecarga**

Esquemas	P Calc (kW)	Tip o	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
Alumbrado	7.13	M	30.9	EN60898 10kA Curva D In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo D; Categoría 3	207. 0	46.4	300.2
Otros Monofásica	21.9 5	M	115. 4	EN60898 6kA Curva C In: 125 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	171. 0	181. 3	248.0
Otros Trifásica	3.20	T	4.9	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 16 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	50.0	20.8	72.5
Maq. Prod. Frio para cámaras frigoríficas	24.1 5	T	43.6	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 50 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	50.0	65.0	72.5
Maq. Prod. Frio para camara congeladora	10.8 8	T	19.6	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 25 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	32.5	52.2
Maq. Prod. Vapor	75.0 0	T	114. 0	ABB Isomax S1B TM In: 125 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	125. 0	162. 5	181.3
Maq. Prod Neumática	8.00	T	12.2	ABB Isomax S1B TM In: 12.5 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	66.0	16.3	95.7
Bomba de desplazamiento positivo	6.88	M	37.2	EN60898 6kA Curva C In: 40 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	52.0	58.0	75.4
Depósito mezcla	5.00	T	9.0	ABB Isomax S1B TM In: 10 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	66.0	13.0	95.7
Desaireador	2.50	M	11.4	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	37.0	23.2	53.7
Pasteurizador	18.0 0	T	27.3	ABB Isomax S1B TM In: 32 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	66.0	41.6	95.7
Llenadora aséptica	19.0 0	T	28.9	ABB Isomax S1B TM In: 32 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	66.0	41.6	95.7

Encartonado ra	6.88	T	12.4	ABB Isomax S1B TM In: 12.5 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	66.0	16.3	95.7
Robot	12.5 0	T	22.6	ABB Isomax S1B TM In: 25 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	66.0	32.5	95.7
Paletizadora	18.7 5	T	33.8	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	66.0	52.0	95.7
CIP	7.50	M	34.2	EN60898 6kA Curva C In: 40 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	52.0	58.0	75.4
Bombas de trasiego	3.94	T	7.1	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 16 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	20.8	52.2
Puertas elevadoras	36.5 0	T	65.9	M-G Compact NS100N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	84.0	104. 0	121.8
Puntos de carga Carretillas eléctricas	30.0 0	T	45.6	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 50 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	50.0	65.0	72.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Alumbrado	M	EN60898 10kA Curva D In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo D; Categoría 3	10.0	7.5	3.5 0.8	>= 5 >= 5	0.10 0.10
Otros Monofásica	M	EN60898 6kA Curva C In: 125 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.5 1.2	>= 5 >= 5	0.10 1.69
Otros Trifásica	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 16 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0	10.0 0.2	< 0.1 >= 5	- 0.02
Maq. Prod. Frio para cámaras frigoríficas	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 50 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0	10.0 0.8	< 0.1 3.32	- 0.02
Maq. Prod. Frio para camara congeladora	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 25 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0	10.0 0.5	< 0.1 2.80	- 0.02
Maq. Prod. Vapor	T	ABB Isomax S1B TM In: 125 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	8.0	10.0 2.0	0.51 >= 5	0.02 0.02
Maq. Prod Neumática	T	ABB Isomax S1B TM In: 12.5 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	8.0	10.0 1.1	< 0.1 4.30	- 0.02
Bomba de desplazamiento positivo	M	EN60898 6kA Curva C In: 40 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.5 0.9	0.16 2.37	0.10 0.10

Depósito mezcla	T	ABB Isomax S1B TM In: 10 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	8.0	10.0 1.2	< 0.1 3.73	- 0.02
Desaireador	M	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.5 0.5	< 0.1 3.30	- 0.10
Pasteurizador	T	ABB Isomax S1B TM In: 32 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	8.0	10.0 1.0	< 0.1 ≥ 5	- 0.02
Llenadora aséptica	T	ABB Isomax S1B TM In: 32 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	8.0	10.0 0.9	< 0.1 ≥ 5	- 0.02
Encartonadora	T	ABB Isomax S1B TM In: 12.5 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	8.0	10.0 0.9	< 0.1 ≥ 5	- 0.02
Robot	T	ABB Isomax S1B TM In: 25 A; Un: 230 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 25 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	8.0	10.0 0.8	< 0.1 ≥ 5	- 0.02
Paletizadora	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0	10.0 0.8	< 0.1 ≥ 5	- 0.02
CIP	M	EN60898 6kA Curva C In: 40 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.5 0.6	0.16 ≥ 5	0.10 0.10
Bombas de trasiego	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 16 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0	10.0 0.3	< 0.1 ≥ 5	- 0.02
Puertas elevadoras	T	M-G Compact NS100N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0	10.0 0.3	0.13 ≥ 5	0.02 0.06
Puntos de carga Carretillas eléctricas	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 50 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0	10.0 1.5	< 0.1 0.94	- 0.02

Oficinas**Sobrecarga**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
Alumbrado	0.39	M	1.7	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	37.0	8.7	53.7
Otros	9.60	M	43.8	EN60898 6kA Curva C In: 50 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	70.0	72.5	101.5
Nevera comedor	0.35	M	1.6	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	37.0	8.7	53.7
Instr. Laboratorio	0.35	M	1.6	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	37.0	8.7	53.7
Nevera Laboratorio	0.35	M	1.6	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	37.0	8.7	53.7

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	T _{cable} CC máx CC mín (s)	T _p CC máx CC mín (s)
Alumbrado	M	EN60898 6kA Curva C	6.0	6.0	3.4 0.3	< 0.1 ≥ 5	- 0.10

		In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3					
Otros	M	EN60898 6kA Curva C In: 50 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.4 0.5	0.46 ≥ 5	0.10 1.66
Nevera comedor	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.4 0.3	< 0.1 ≥ 5	- 0.10
Instr. Laboratorio	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.4 0.3	< 0.1 ≥ 5	- 0.10
Nevera Laboratorio	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.4 0.3	< 0.1 ≥ 5	- 0.10

Elementos exteriores

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Alumbrado	5.04	M	21.8	EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	93.6	36.3	135.7
Puertas Automáticas	10.13	T	18.3	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	57.6	29.0	83.5
Otros	4.00	T	6.1	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	46.0	14.5	66.7

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx mín (s)	Tp CC máx mín (s)
Alumbrado	M	EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.3 0.3	0.19 ≥ 5	0.10 0.10
Puertas Automáticas	T	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	9.1 0.3	< 0.1 ≥ 5	- 0.10
Otros	T	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	9.1 0.2	< 0.1 ≥ 5	- 0.10

REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Las siguientes protecciones tendrán que ser reguladas a las posiciones indicadas a continuación para cumplir las condiciones de sobrecarga y cortocircuito ya establecidas:

Esquemas	Tipo	Protecciones	Regulaciones
Derivación principal	T	ABB SACE Emax E1 B-PR111/P LI In: 800 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 36 ÷ 45 kA; Curva I - t (Ptos.)	I _r = 1 x I _n I _{ccr} = 3.5 x I _n
Cuadro general	T	ABB SACE Emax E1 B-PR111/P LI In: 800 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 36 ÷ 45 kA; Curva I - t (Ptos.)	I _r = 0.85 x I _n I _{ccr} = 3 x I _n

Producción	T	ABB SACE Emax E1 B-PR111/P LI In: 800 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 36 ÷ 45 kA; Curva I - t (Ptos.)	$I_r = 0.85 \times I_n$ $I_{ccr} = 3 \times I_n$
Otros Trifásica	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 16 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	$I_r = 1 \times I_n$
Maq. Prod. Frio para cámaras frigoríficas	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 50 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	$I_r = 1 \times I_n$
Maq. Prod. Frio para camara congeladora	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 25 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	$I_r = 1 \times I_n$
Paletizadora	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	$I_r = 1 \times I_n$
Bombas de trasiego	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 16 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	$I_r = 1 \times I_n$
Puertas elevadoras	T	M-G Compact NS100N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	$I_r = 0.8 \times I_n$ $I_{ccr} = 3 \times I_r$
Puntos de carga Carretillas eléctricas	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 50 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	$I_r = 1 \times I_n$
Elementos exteriores	T	M-G Compact NS100N - TM.xD In: 32 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	$I_r = 1 \times I_n$

siendo:

- I_r = intensidad regulada de disparo en sobrecarga.
- I_{ccr} = intensidad regulada de disparo en cortocircuito.

10. Cálculos de puesta a tierra

10.1. Resistencia de la puesta a tierra de las masas

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalará un conductor de cobre desnudo de 35 milímetros cuadrados de sección en anillo perimetral, embebido en la cimentación del edificio, con una longitud(L) de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = \frac{2 \cdot \rho_o}{L} = \frac{2 \cdot 50}{20} = 5 \text{ Ohm}$$

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la

instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

10.2. Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm

10.3. Protección contra contactos indirectos

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	I _{def} (A)	Sensibilidad (A)
Cuadro general	T	553.8	ABB RCQ Hasta 2000 A Selectivos In: 2000 A; Un: 490 V; Id: 300 mA; (S)	28.815	0.300
Taller, Vestuarios y tratamiento aguas	T	24.0	Merlin Gerin ID Instantáneo Clase AC 300 mA In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	28.815	0.300
Producción	T	485.8	ABB RD1 Hasta 1000 A Selectivos In: 1000 A; Un: 415 V; Id: 300 mA; (S)	28.815	0.300
Oficinas	M	50.1	M-G Vigi C120 (S) Clase A In: 125 A; Un: 415 V; Id: 300 mA; (S)	28.815	0.300
Elementos exteriores	T	30.5	Merlin Gerin ID Selectivo Clase AC 300 mA In: 40 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (S)	28.815	0.300

siendo:

- Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- I_{def} = Intensidad de defecto calculada.
- Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
Cuadro general	T	553.8	ABB RCQ Hasta 2000 A Selectivos In: 2000 A; Un: 490 V; Id: 300 mA; (S)	0.150	0.132
Taller, Vestuarios y tratamiento aguas	T	24.0	Merlin Gerin ID Instantáneo Clase AC 300 mA In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.014
Producción	T	485.8	ABB RD1 Hasta 1000 A Selectivos In: 1000 A; Un: 415 V; Id: 300 mA; (S)	0.150	0.080
Oficinas	M	50.1	M-G Vigí C120 (S) Clase A In: 125 A; Un: 415 V; Id: 300 mA; (S)	0.150	0.011
Elementos exteriores	T	30.5	Merlin Gerin ID Selectivo Clase AC 300 mA In: 40 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (S)	0.150	0.017


UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 9.

Instalación

de vapor

The logo of the University of La Rioja is a red shield with a white cross. The cross has a stylized 'U' and 'R' on its arms. The shield is partially obscured by the text 'Instalación de vapor'.

**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1. Introducción	2
2. Cálculo necesidades de vapor	2
2.1. Equipo CIP	2
2.2. Llenadora aséptica	3
2.3. Resumen necesidades de vapor	3
3. Cálculo y diseño de la instalación.....	3
3.1. Caldera	3
3.2. Cálculo conducciones de vapor	5

1. Introducción

Para el llenado aséptico de los envases y para el funcionamiento del sistema CIP se necesita una fuente de generación de calor, que se realiza mediante el vapor de agua, por su eficiencia como portador de calor y por su bajo coste.

La temperatura del vapor saturado está ligada a la presión, por tanto, controlado la presión del vapor podremos regular la temperatura de este.

La eficiencia de la transmisión de calor se estima en un 95%, utilizando como datos para la instalación las siguientes características del vapor de agua a una presión de trabajo de 10 Kg/cm²: calor latente 482,1 Kcal/Kg y calor sensible 181,3 Kcal/Kg, temperatura de saturación: 179°C, volumen específico líquido: 1,126 l/Kg y volumen específico vapor saturado: 0,1980 m³/Kg.

Para el cálculo de la potencia calorífica necesaria en nuestra industria, se emplea la siguiente expresión:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T$$

Donde,

Q = calor necesario en Kcal/h.

m = masa fluido a calentar en Kg.

C_e = Calor específico fluido: agua para llenadora aséptica y solución de limpieza equipo CIP: 1,00 Kcal/Kg°C.

2. Cálculo necesidades de vapor

2.1. Equipo CIP

El equipo cuenta un depósito de 800 litros en el cual la solución entra a temperatura ambiente 23°C y sale a 90°C, el calor específico de la solución es de 1 Kcal/Kg°C y la densidad es 1 Kg/l.

Si sustituimos los datos en la expresión anterior, obtenemos la potencia calorífica necesaria:

$$Q' = 5.000l \cdot 1 \text{ Kg/l} \cdot 1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \cdot (90^\circ\text{C} - 23^\circ\text{C}) = 335.000 \text{ Kcal}$$

Pero como se indicó anteriormente la eficiencia de la transmisión de calor es de un 95%, por lo que, la potencia calorífica es:

$$Q = \frac{335.000 \text{ Kcal}}{0,95} = 352.631,58 \text{ Kcal}$$

Este calentamiento se tiene que conseguir en una hora por lo que es necesario aportar **352.631,58 Kcal/h.**

El vapor cede únicamente las Kcal que resultan de la diferencia entre el calor total y la temperatura de descarga del vapor, que es la temperatura media que constituye el salto térmico.

$$T_m = \frac{90^{\circ}\text{C} + 23^{\circ}\text{C}}{2} = 56,5^{\circ}\text{C}$$

Para calcular el gasto horario en vapor se utiliza la siguiente expresión:

$$q = \text{calor sensible} + \text{calor latente} = 181,3 \text{ Kcal/Kg} + 482,1 \text{ Kcal/Kg} = 663,4 \text{ Kcal/Kg}$$

$$m = \frac{Q}{q - T_m} = \frac{352.631,58 \text{ Kcal/h}}{663,4 \text{ Kcal/Kg} - 56,5^{\circ}\text{C}} = 581,04 \text{ Kg/h}$$

Suponiendo que se utilizará durante 3 horas al día, el gasto diario de vapor de este equipo será de:

$$581,04 \text{ Kg/h} \cdot 3 \text{ h/día} = 1.743,11 \text{ Kg/día}$$

2.2. Llenadora aséptica

Como podemos observar en el anejo 2 (proceso productivo), en la ficha de Llenadora aséptica nos indica que el consumo horario es de 4,5Kg/h de vapor, por lo que sabiendo que se utiliza durante 6 horas al día, el consumo diario es de:

$$4,5 \text{ Kg/h} \cdot 6 \text{ h/día} = 27 \text{ Kg/día}$$

2.3. Resumen necesidades de vapor

Tabla 1. Necesidades de vapor de los equipos

Elemento	Vapor Kg/h	Vapor Kg/día
CIP	581,04	1.743,11
Llenadora aséptica	4,5	27

3. Cálculo y diseño de la instalación

3.1. Caldera

El mayor consumo se va dar con el funcionamiento del equipo de limpieza CIP en el cual el consumo horario es de 581,04 Kg/h.

Este consumo se va a mayorar un 10% para cubrir posibles imprevistos, por lo que, a la hora de seleccionar el generador de vapor, se debe tener en cuenta que el consumo horario será de:

$$581,04 \text{ Kg/h} \cdot 1,1 = 639,14 \text{ Kg/h} \approx 640 \text{ Kg/h}$$

Se ha seleccionado un generador de vapor EL/Vh de la marca VYC industrial totalmente automático de construcción fija y horizontal con capacidades de producción de 15 hasta 650 Kg vapor/h.

La aportación calorífica se realiza mediante resistencias eléctricas, transmitiendo la potencia calorífica al agua para la producción de vapor, de manera que el vapor no requiere combustible.

Recomendado para satisfacer cualquier pequeña o mediana necesidad de vapor, con o sin periodos de interrupción de manera rápida y eficiente.

Dado que queda clasificado como Clase 1ª no requiere estar instalado en una sala de calderas según el R.D. 2060/2008 de 12 de diciembre.

Presión de trabajo hasta 10 bar y temperatura máxima 184°C. Y el poder calorífico es de 75 KW.

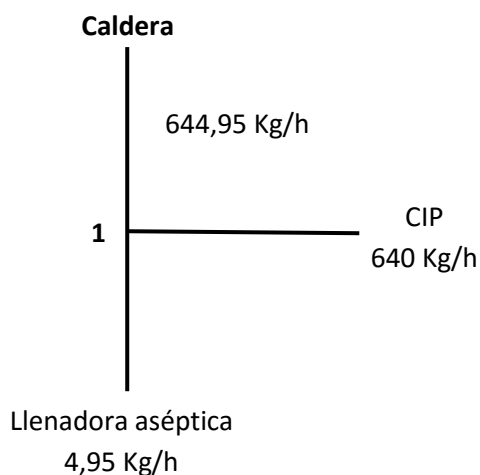
Las dimensiones son:

- Altura: 2 m.
- Anchura: 1,5 m.
- Largura: 2m



3.2. Cálculo conducciones de vapor

Las tuberías serán de cobre calorifugado, y el espesor de las conducciones se obtiene de la tabla 2 del NTE-1GW, considerando un coeficiente de conductividad térmica $\lambda=0,035\text{W/m}^\circ\text{C}$ y con una presión manométrica superior a 300 KPa.



Los diámetros se calculan mediante la siguiente del NTE-IGW: “Instalaciones de gas. Vapor” y en función de la presión y el caudal de vapor.

Se considera una presión de 10 bar, presión a la que trabaja la caldera, por lo que se entra en la tabla con 1.000 KPa.

Tabla 2. Diámetro según caudal de vapor y presión.

Tramo	Caudal de vapor (Kg/h)	Diámetro (mm)
Caldera-1	644,95	40
1-CIP	640	40
1-Llenadora aséptica	4,95	10

Presión manométrica P, en kPa	Caudal Q, en kg/h											
	6	13	24	38	62	96	150	254	383	600	937	1.350
50	8	18	32	50	81	127	199	339	508	796	1.245	1.795
100	12	27	48	76	123	194	304	510	774	1.214	1.892	2.728
200	16	37	66	105	169	265	411	694	1.054	1.644	2.575	3.708
300	21	47	84	133	218	336	525	890	1.344	2.102	3.285	4.733
400	25	58	103	161	264	410	645	1.089	1.651	2.285	3.504	5.001
500	31	70	121	192	318	495	773	1.303	1.970	3.081	4.818	6.939
600	37	81	146	230	370	579	902	1.528	2.316	3.620	5.561	8.138
700	42	93	166	258	429	665	1.041	1.755	2.662	4.165	6.494	9.359
800	48	106	188	299	487	758	1.184	2.003	3.032	4.737	7.404	10.668
900	54	120	217	336	547	855	1.334	2.257	3.420	5.347	8.356	12.027
1.000	66	150	265	415	680	1.059	1.661	2.792	4.236	6.618	10.349	14.921
1.200	80	177	323	500	823	1.279	2.001	3.382	5.117	8.005	12.502	17.987
1.400	95	213	380	593	973	1.520	2.373	4.013	6.080	9.507	14.867	21.400
1.600												
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	Diámetro nominal D, en mm											

A continuación, entramos en la tabla con el diámetro de la tubería y un coeficiente de conductividad del aislante de 0,035W/m°C para una presión superior a 300 KPa en una instalación interior, obtenemos que el espesor mínimo de aislamiento.

Diámetro nominal de la tubería D, en mm	Coeficiente de conductividad del aislante λ , en W/m°C	Presión manométrica P, en kPa			
		< 300 Instala- ción Interior	< 300 Instala- ción en Intemperie	> 300 Instala- ción Interior	> 300 Instala- ción en Intemperie
10, 15, 20, 25, 32	0,030	24	32	32	42
	0,035	27	37	37	47
	0,040	30	40	40	50
40, 50	0,030	32	42	32	42
	0,035	37	47	37	47
	0,040	40	50	40	50
60, 80	0,030	32	42	40	50
	0,035	37	47	47	57
	0,040	40	50	50	60
100, 125	0,030	40	50	40	50
	0,035	47	57	47	57
	0,040	50	60	50	60
150	0,030	40	50	48	58
	0,035	47	57	54	64
	0,040	50	60	60	70

Espesor mínimo de aislamiento e, en mm

Tabla 3. Cálculo espesor aislante.

Tramo	Caudal de vapor (Kg/h)	Diámetro (mm)	Espesor aislante (mm)
Caldera-1	644,95	40	37
1-CIP	640	40	37
1-Llenadora aséptica	4,95	10	37


UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 10.

Instalación

frigorífica



**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1. Introducción	2
2. Temperaturas de cálculo.....	3
3. Descripción instalaciones	4
4. Aislamiento cámara frigorífica	4
4.1. Cálculo coeficientes superficiales de transmisión de calor.....	4
4.2. Método de cálculo.....	5
4.3. Cálculo espesores del aislante para cada cámara	5
5. Calor transmitido por las personas	7
6. Calor liberado por la iluminación interior de las cámaras	8
7. Calor del aire exterior entrante en la cámara	9
8. Calor liberado por los ventiladores:	10
9. Calor de refrigeración:.....	11
10. Necesidades frigoríficas totales:	12
11. Elección equipos:.....	13

1. Introducción

Para que las cámaras permanezcan frías, necesitamos en primer lugar extraer el calor del ambiente y luego evacuar el calor que va entrando en la cámara, obteniendo el requerimiento total de refrigeración mediante la siguiente fórmula:

$$Q_T = Q_{PRODUCTO} + Q_{AMBIENTE}$$

El objetivo del presente anejo es el cálculo de las necesidades frigoríficas las cámaras de refrigeración y congelación para proceder a la elección de un equipo frigorífico adecuado.

El aislamiento de las cámaras se realizará con paneles frigoríficos que poseen una capa exterior de espuma de polietileno expandido ($\lambda=0,029$ W/m°C), una capa intermedia constante de aire ($\lambda=0,024$ W/m°C), y una capa interna de espuma de polietileno expandido ($\lambda=0,029$ W/m°C).

- **Características técnicas espuma de poliuretano:**
 - o Densidad: 40 Kg/m³.
 - o Alta resistencia química.
 - o Comportamiento ante el fuego clase M1, es decir, combustible pero no inflamable según UNE 23 727 y UN 92 120, con lo que la combustión no se mantiene cuando cesa la aportación de calor.

El refrigerante elegido para la instalación frigorífica es el amoníaco R-717, con las siguientes características:

Tabla 1. Características amoníaco R-717.

Propiedades físicas	R 717
Peso molecular	17 Kg/Kmol
Punto ebullición a 1 atm	-33°C
Punto inflamabilidad	11°C
Temperatura autoignición	630°C
Temperatura crítica	132°C
Presión crítica	111,52 atm

2. Temperaturas de cálculo

La industria estará situada en el polígono industrial de Cantabria II, en el municipio de Logroño.

Los datos meteorológicos de esta población de temperatura y humedad son los siguientes:

Tabla 2. Temperaturas medias y extremas.

Meses	TEMPERATURAS MEDIAS			EXTREMAS		H.R (%)
	MEDIAS (°C)	MAXIMAS (°C)	MÍNIMAS (°C)	MÁXIMA (°C)	MÍNIMA (°C)	
Enero	5,83	9,36	2,55	15,95	-3,19	79,3
Febrero	6,19	10,36	2,51	17,92	-1,90	74,1
Marzo	8,95	14,06	4,56	22,40	-0,08	69,1
Abril	11,90	17,48	7,11	25,52	2,34	67,5
Mayo	15,06	21,10	9,79	29,21	4,31	65,5
Junio	19,04	25,75	13,35	33,53	8,78	61,8
Julio	21,61	29,11	15,45	36,03	11,21	58,3
Agosto	21,38	28,62	15,33	35,81	10,33	57,4
Septiembre	18,52	25,03	13,09	32,12	7,43	63,6
Octubre	14,35	19,82	9,76	27,40	2,95	71,7
Noviembre	9,23	12,85	6,00	19,95	-0,22	78,8
Diciembre	5,54	8,88	2,46	15,80	-3,39	81,9
Humedad relativa media %						69,08

Para el cálculo de la temperatura de cálculo se tiene en cuenta la temperatura media del mes y máxima del mes más cálido.

- Temperatura media del mes más cálido (Tme): 21,61°C
- Temperatura máxima del mes más cálido (Tmax): 36,03
- Humedad relativa media: 69,08%
- T^a cálculo $t_c = 0,4 \times Tme + 0,6 \times Tmax = 30,26 \sim 31^\circ\text{C}$

Tabla 3. Temperaturas de cálculo según orientación.

Orientación	Temperaturas de cálculo (°C)	
Norte	$0,6 \times T_c$	18,6
Sur	T_c	31
Este	$0,8 \times T_c$	24,8
Oeste	$0,9 \times T_c$	27,9
Cubierta	$T_c + 12$	43
Suelo	$(T_c + 15)/2$	23
Paredes interiores	$T_c \times 0,75$	23,25

3. Descripción instalaciones

Condiciones que deben mantener cada una de las diferentes cámaras:




- Cámara congelación:
 - o Temperatura: -18°C
- Cámara deshielo:
 - o Temperatura: 4°C
- Almacén producto terminado:
 - o Temperatura: 4°C

4. Aislamiento cámara frigorífica

El aislamiento de las cámaras tiene como objetivo minimizar las pérdidas de frío a través de las paredes, puertas, techos, etc, este aislamiento se lleva a cabo con paneles prefabricados con una capa externa de espuma de poliuretano expandido, aire y finalmente, otra capa de espuma de poliuretano expandido interna.

4.1. Cálculo coeficientes superficiales de transmisión de calor

Los coeficientes superficiales de transmisión de calor que se usan en el cálculo de los aislamientos han sido tomados de la tabla que aparecen en el NBE CT 79:

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Situación del cerramiento					
	De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $> 60^{\circ}$ y flujo horizontal 	0,13 (0,11)	0,07 (0,06)	0,20 (0,17)	0,13 (0,11)	0,13 (0,11)	0,26 (0,22)
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^{\circ}$ y flujo ascendente 	0,11 (0,09)	0,06 (0,05)	0,17 (0,14)	0,11 (0,09)	0,11 (0,09)	0,22 (0,18)
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,20 (0,17)	0,06 (0,05)	0,26 (0,22)	0,20 (0,17)	0,20 (0,17)	0,40 (0,34)

Resistencias térmicas superficiales en $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{kcal}$ ($\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{W}$)

Los valores que se toman para el cálculo son:

Tabla 4. Coeficientes superficiales de transmisión de calor.

COEFICIENTES SUPERFICIALES DE TRANSMISIÓN DE CALOR (m²h°C/Kcal) TABLA NTE CT 79			
	1/h_i	1/h_e	1/h_i+1/h_e
Cerramientos verticales	0,11	0,06	0,17
Cubierta	0,09	0,05	0,14
Suelo	0,17	0,05	0,22

4.2. Método de cálculo

Se parte de la ecuación que expresa la transferencia de calor a través de una pared plana:

$$Q = A \cdot K \cdot (T_e - T_i)$$

Donde:

Q= transferencia de calor en W.

A = superficie cerramiento en m².

K = coeficiente global de transferencia de calor W/(m²K).

T_e y T_i = temperatura exterior/interior en °C.

El flujo de calor viene expresado en la siguiente ecuación:

$$q = K \cdot (T_e - T_i)$$

El coeficiente global será:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \sum \frac{e_i}{K_i} + \frac{1}{h_e}$$

Donde:

h_i= coeficiente de convección interior en W/(m²K).

e_i= espesor capas de la pared en metros.

k_i= conductividad de cada capa en W/(mK).

h_e= coeficiente de convección exterior en W/(m²K).

4.3. Cálculo espesores del aislante para cada cámara

Las pérdidas máximas admisibles de frío para cada cámara se dan a través de las paredes, techo y suelo, de tal forma que ha sido calculada para que la suma total de estas pérdidas sea el valor máximo admisible.

Para la realización de estos cálculos se ha tenido en cuenta la superficie que ocupa cada una de estas partes y para el cálculo de las paredes exteriores se ha tomado la pared exterior

con la que mayor salto térmico podemos encontrar, ya que, será la pared exterior con mayor espesor.

- **Espesor del aislante cámara producto terminado:**

La pérdida máxima admisible de frío en esta cámara será de 2.000W, repartidos entre las paredes interiores, exteriores, techo y suelo.

Por lo que, aplicando las fórmulas anteriores, para cada una de las superficies obtenemos los siguientes espesores:

Tabla 5. Espesores por superficies.

Superficie	Área (m ²)	Temperatura externa(°C)	Temperatura interna(°C)	Pérdida por superficie (W)	Coefficiente global K (W/m ² *°C)	Espesor espuma exterior(m)	Espesor espuma interior(m)	Espesor cámara de aire (m)
Techo	254,16	43	4	878,08	0,09	0,131	0,131	0,05
Suelo	254,16	23	4	427,78	0,09	0,130	0,130	0,05
Paredes exteriores	141	27,9	4	298,52	0,09	0,131	0,131	0,05
Paredes interiores	232	23,25	4	395,62	0,09	0,131	0,131	0,05

Los cálculos se han realizado de tal forma, que la capa de espuma de poliuretano exterior e interior tengan el mismo espesor, y la capa de aire sea constante en todas las superficies, por lo que en el suelo se colocará un panel de 31 cm de espesor, y en el resto de las superficies paneles de 31,2 cm de espesor.

- **Espesor del aislante cámara deshielo:**

La pérdida máxima admisible de frío en esta cámara será de 4.000 W, repartidos entre las paredes interiores, exteriores, techo y suelo.

De igual forma, calculamos los espesores necesarios para cada una de las superficies:

Tabla 6. Espesores por superficies.

Superficie	Área (m ²)	Temperatura externa(°C)	Temperatura interna(°C)	Pérdida por superficie (W)	Coefficiente global K (W/m ² *°C)	Espesor espuma exterior(m)	Espesor espuma interior(m)	Espesor cámara de aire (m)
Techo	46,5	43	4	977,45	0,5390	0,019	0,019	0,01
Suelo	46,5	23	4	476,19	0,5390	0,018	0,018	0,01
Paredes exteriores	25	27,9	4	322,04	0,5390	0,018	0,018	0,01
Paredes interiores	118	23,25	4	1224,31	0,5390	0,018	0,018	0,01

Se colocarán paneles de 5 cm de espesor en todas las superficies.

- **Espesor del aislante cámara congeladora:**

La pérdida máxima admisible de frío en esta cámara será de 800W, repartidos entre las paredes interiores, exteriores, techo y suelo.

De igual forma, calculamos los espesores necesarios para cada una de las superficies:

Tabla 7. Espesores por superficies.

Superficie	Área (m ²)	Temperatura externa(°C)	Temperatura interna(°C)	Pérdida por superficie (W)	Coficiente global K (W/m ² *°C)	Espesor espuma exterior(m)	Espesor espuma interior(m)	Espesor cámara de aire (m)
Techo	46,5	43	-18	210,93	0,0744	0,163	0,163	0,05
Suelo	46,5	23	-18	141,77	0,0744	0,162	0,162	0,05
Paredes exteriores	25	27,9	-18	85,33	0,0744	0,162	0,162	0,05
Paredes interiores	118	23,25	-18	361,96	0,0744	0,162	0,162	0,05

En el techo se colocarán un panel de 37,6 cm de espesor, y en el resto de áreas 37,4 cm de espesor.

5. Calor transmitido por las personas

La entrada del personal a las cámaras supone una liberación de calor por su parte que se debe tener en cuenta a la hora de diseñar el equipo frigorífico.

El calor liberado por las personas se calcula mediante la siguiente ecuación teniendo en cuenta el número de personas y el tiempo de permanencia de estas en dicha cámara.

$$Q = \frac{q \cdot n \cdot t}{24}$$

Donde:

Q = Calor liberado por las personas en W.

q = Calor por persona en W.

n = Número de personas que entran al día.

t = Tiempo de permanencia en horas al día.

- **Cámara producto terminado:**

Para el manejo del stock se necesita la entrada de una persona diaria durante 6 horas.

- Calor por persona (q): 174W
- Número personas que entran al día (n): 1
- Tiempo de permanencia de cada una (t): 6 h/día
- **Calor liberado por las personas $Q_p = 43,5 \text{ W}$**

- **Cámara deshielo:**

Para el manejo del stock se necesita la entrada de una persona diaria durante 3 horas.

- Calor por persona (q): 174W
- Número personas que entran al día (n): 1
- Tiempo de permanencia de cada una (t): 3 h/día
- **Calor liberado por las personas $Q_p = 21,75 \text{ W}$**

- **Cámara congelación:**

Para el manejo del stock se necesita la entrada de una persona diaria durante 1 horas.

- Calor por persona (q): 174W
- Número personas que entran al día (n): 1
- Tiempo de permanencia de cada una (t): 3 h/día
- **Calor liberado por las personas $Q_p = 21,75 \text{ W}$**

6. Calor liberado por la iluminación interior de las cámaras

El calor transmitido por las luminarias colocadas en el interior de las cámaras se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{P \cdot n \cdot t}{24}$$

Donde:

Q = Calor calorífica aportada por la iluminación en W.

P = Potencia nominal de una lámpara en W.

n = Número de lámparas.

t = Tiempo de funcionamiento en horas.

- **Cámara producto terminado:**
 - Potencia nominal de cada lámpara: 48 W.
 - Número de lámparas: 20.
 - Tiempo de funcionamiento: 6 h/día.
 - **Potencia calorífica por la iluminación: 240 W.**

- **Cámara deshielo:**
 - Potencia nominal de cada lámpara: 48 W.
 - Número de lámparas: 3.
 - Tiempo de funcionamiento: 3 h/día.
 - **Potencia calorífica por la iluminación: 18 W.**

- **Cámara congelación:**
 - Potencia nominal de cada lámpara: 48 W.
 - Número de lámparas: 3.
 - Tiempo de funcionamiento: 3 h/día.
 - **Potencia calorífica por la iluminación: 18 W.**

7. Calor del aire exterior entrante en la cámara

La apertura y cierre de las puertas para la manipulación de los productos hace que el aire interior se renueve y es un factor muy importante.

El calor liberado por las renovaciones de aire viene dado por la siguiente expresión:

$$Q = \frac{V \cdot n \cdot (H_{ext} - H_{int}) \cdot \delta_{ext}}{86,4}$$

Donde:

Q = Potencia calorífica aportada por el aire en W.

V = Volumen interior de la cámara en m³.

n = Número de renovaciones de aire al día, en 1/día.

t = Tiempo de funcionamiento en horas.

δ_{ext} = Densidad del aire exterior, en Kg/m³.

H_{ext} = Entalpía del aire exterior, en KJ/Kg.

H_{int} = Entalpía del aire interior, en KJ/Kg.

- **Cámara producto terminado:**

- Densidad del aire exterior: 1,1409 Kg/m³.
- Entalpía aire exterior a 23°C y 50% humedad: 45,64 KJ/Kg.
- Entalpía del aire en la cámara a 4°C y 80% humedad: 14,23 KJ/Kg.
- Número de renovaciones de aire al día: 2 al día.
- Volumen interior cámara: 1.270,8 m³.
- **Potencia calorífica por el aire: 1.054,17 W**

- **Cámara deshielo:**

- Densidad del aire exterior: 1,1409 Kg/m³.
- Entalpía aire exterior a 23°C y 50% humedad: 45,64 KJ/Kg.
- Entalpía del aire en la cámara a 4°C y 80% humedad: 14,23 KJ/Kg.
- Número de renovaciones de aire al día: 4 al día.
- Volumen interior cámara: 232,5 m³.
- **Potencia calorífica por el aire: 385,73 W**

- **Cámara congelación:**

- Densidad del aire exterior: 1,1409 Kg/m³.
- Entalpía aire exterior a 23°C y 50% humedad: 45,64 KJ/Kg.
- Entalpía del aire en la cámara a -18°C y 90% humedad: -16,33 KJ/Kg.
- Número de renovaciones de aire al día: 4 al día.
- Volumen interior cámara: 232,5 m³.
- **Potencia calorífica por el aire: 761,02 W**

8. Calor liberado por los ventiladores:

Calor desprendido por los motores del equipo de refrigeración. Debido a que la potencia de los motores y el tiempo de funcionamiento aún no son conocidos porque aún no se ha seleccionado el equipo, se opta por realizar una estimación del calor desprendido en función del volumen de cada cámara.

El calor desprendido por los ventiladores empleado será de 50 Kcal/m³ día, y la expresión a utilizar es la siguiente:

$$Q = \frac{V \cdot Cd}{20,736}$$

Donde:

Q = Calor desprendido por los ventiladores en W.

V = Volumen interior de la cámara en m³.

Cd = Calor por unidad de volumen, en Kcal/m³ día.

- **Cámara producto terminado:**
 - Calor por unidad de volumen: 50 Kcal/m³ día.
 - Volumen interior de la cámara: 1.270,8 m³.
 - **Calor desprendido por los ventiladores: 3.064 W.**
- **Cámara deshielo:**
 - Calor por unidad de volumen: 50 Kcal/m³ día.
 - Volumen interior de la cámara: 232,5 m³.
 - **Calor desprendido por los ventiladores: 561 W.**
- **Cámara congelación:**
 - Calor por unidad de volumen: 50 Kcal/m³ día.
 - Volumen interior de la cámara: 232,5 m³.
 - **Calor desprendido por los ventiladores: 561 W.**

9. Calor de refrigeración:

Se trata del calor que es necesario extraer del producto para reducir su temperatura de entrada hasta la de régimen de la cámara, y la expresión a utilizar es la siguiente:

$$Q = \frac{m \cdot C_1 \cdot \Delta T \cdot 1,1}{86,4}$$

Donde:

Q = Calor de refrigeración en W.

m = Masa diaria de entrada de producto Kg/día.

C₁ = Calor específico másico, en KJ/KgK.

ΔT= Diferencia de temperatura a la entrada del producto y temperatura de la cámara en °C.

- **Cámara producto terminado:**
 - Volumen diario de entrada de producto: 42.678 litros/día.
 - Densidad: 1.042,8 Kg/m³.
 - Masa diaria de entrada de producto: 44.504,42 Kg/día.
 - Calor específico másico: 3,89 KJ/KgK.
 - Temperatura entrada producto: 5°C.
 - Temperatura cámara: 4°C.
 - **Calor de refrigeración: 2.204,11 W**

- **Cámara deshielo:**

Debemos tener en cuenta, que en esta cámara el producto entra congelado por lo que nos proporciona frío, y se produce un cambio de estado que debe ser cuantificado y sumado al calor de refrigeración necesitado.

- Volumen diario de entrada de producto: 4.071 litros/día.
- Densidad: 1.060 Kg/m³.
- Masa diaria de entrada de producto: 4.315,26 Kg/día.
- Calor específico másico: 3,89 KJ/KgK.
- Temperatura entrada producto: -18°C.
- Temperatura cámara: 4°C.
- Calor cambio de estado: -112,88 W
- **Calor de refrigeración: -4.815 W**

- **Cámara congelación:**

Para la realización de los cálculos se ha dividido la masa total semanal entre los 7 días de la semana para obtener así una entrada de producto diaria.

- Volumen diario de entrada de producto: 4.071 litros/día.
- Densidad: 1.060Kg/m³.
- Masa diaria de entrada de producto: 4.315,26 Kg/día.
- Calor específico másico: 3,89 KJ/KgK.
- Temperatura entrada producto: -16°C.
- Temperatura cámara: -18°C
- **Calor de refrigeración: 427 W**

10. Necesidades frigoríficas totales:

- **Cámara producto terminado:**

- Calor transmitido por las personas: 44W.
- Calor liberado por la iluminación interior: 240 W.
- Calor transmitido a través de paredes, techos y suelo: 2.000W.
- Calor del aire exterior entrante en la cámara: 1.054 W.
- Calor liberado por los ventiladores: 3.064 W.
- Calor de refrigeración: 2.204W
- Necesidades totales: 8.606 W

Como margen de seguridad se incrementa estas necesidades en un 10%, por lo que las **necesidades totales de la cámara de producto terminado** son de:

$$8.606 \text{ W} \cdot 1,1 = 9.466,6 \text{ W} = \mathbf{9,47 \text{ KW}}$$

- **Cámara deshielo:**

- Calor transmitido por las personas: 22W.
- Calor liberado por la iluminación interior: 18 W.
- Calor transmitido a través de paredes, techos y suelo: 4.000 W.
- Calor del aire exterior entrante en la cámara: 386 W.
- Calor liberado por los ventiladores: 561W.
- Calor de refrigeración: -4.815W
- **Necesidades totales: 172W**

Como margen de seguridad se incrementa estas necesidades en un 10%, por lo que las **necesidades totales de la cámara de deshielo** son de:

$$172 \text{ W} \cdot 1,1 = 189,2 \text{ W} = \mathbf{1,90 \text{ KW}}$$

- **Cámara congelación:**

- Calor transmitido por las personas: 22W.
- Calor liberado por la iluminación interior: 18 W.
- Calor transmitido a través de paredes, techos y suelo: 800 W.
- Calor del aire exterior entrante en la cámara: 761 W.
- Calor liberado por los ventiladores: 561W.
- Calor de refrigeración: 427W
- **Necesidades totales: 2.589 W**

Como margen de seguridad se incrementa estas necesidades en un 10%, por lo que las **necesidades totales de la cámara de congelación** son de:

$$2.589 \text{ W} \cdot 1,1 = 2.847,9 \text{ W} = \mathbf{2,85 \text{ KW}}$$

11. Elección equipos:

Se seleccionan dos compresores, uno que satisface las necesidades de la cámara de congelación, y otro que satisface las necesidades de la cámara de producto terminado y la cámara de deshielo.

Por lo que el equipo que satisface la cámara de producto terminado y cámara de deshielo deberá poseer una capacidad de refrigeración de:

$$1,9 \text{ KW} + 9,47 \text{ KW} = 11,37 \text{ KW}$$

Y el equipo que satisface las necesidades de la cámara de congelación 2,85 KW.

- **Cámara deshielo y producto terminado:**

Se ha seleccionado un equipo semi compacto modelo CPM-13 de la marca E.F.C. con las siguientes características:

Tabla 8. Características equipo frío.

Refrigerante	R-717
Alimentación	400 V, trifásica
Frecuencia	50 Hz
Potencia frigorífica	21,9 KW
Compresor CV	15 SH
Potencia máx. absorbida	19,32 KW
Caudal evaporador	25.100 m ³ /h
Caudal condensador	14.600 m ³ /h
Desescarche	Gas caliente

- **Cámara congelación:**

Se ha seleccionado un equipo semi compacto modelo CPB-8 de la marca E.F.C. con las siguientes características:

Tabla 9. Características equipo frío.

Refrigerante	R-717
Alimentación	400 V, trifásica
Frecuencia	50 Hz
Potencia frigorífica	9.100 W
Compresor CV	7,5 SH
Potencia máx. absorbida	8,70 KW
Caudal evaporador	7.900 m ³ /h
Caudal condensador	7.400 m ³ /h
Volumen cámara adecuado	260 m ³
Desescarche	Gas caliente


UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 11.

Instalación aire

comprimido



**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1. Introducción	2
2. Necesidades de aire comprimido.....	2
3. Selección del equipo	2
4. Cálculo instalación.....	3

1. Introducción

El aire comprimido es un elemento muy habitual en todo tipo de instalación industrial. Normalmente se emplea para obtener trabajo mecánico lineal o rotativo, asociado al desplazamiento de un pistón o de un motor neumático.

En el presente anejo se realiza una instalación de aire comprimido, dimensionándola en función de los consumos y características requeridas, de acuerdo al R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

2. Necesidades de aire comprimido

Las necesidades de aire comprimido en los equipos son las siguientes:

Tabla 1. Necesidades por equipo.

Equipo	Necesidades (m ³ /min)
Llenadora aséptica	0,6
Paletizadora	0,3
TOTAL	0,9

Se va a mayorar un 10% para cubrir posibles fugas, por lo que, finalmente las **necesidades de aire comprimido son de 1m³/min.**

3. Selección del equipo

Se ha seleccionado el modelo KCD 840-350 de la marca Kaeser que cuenta con dos compresores instalados sobre un depósito de presión, ideal para ahorrar espacio, de esta manera, se puede suministrar aire comprimido siempre, incluso durante tareas de mantenimiento de uno de los compresores.

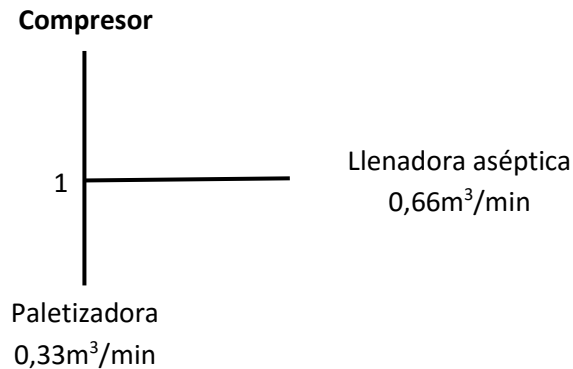
A continuación, se describen los datos técnicos de este equipo:

- Volumen de aspiración: 2x840 l/min = 1.680 l/min.
- Caudal efectivo a 8 bar: 2x544 l/min = 1.088 l/min.
- Potencia motor: 2x4 kW= 8 kW.
- Número cilindros: 2x2 = 4.
- Volumen depósito a presión: 350 litros.
- Dimensiones:
 - o Longitud: 1.800 mm.
 - o Anchura: 660 mm.
 - o Altura: 1.200 mm.
- Peso: 240 Kg.

4. Cálculo instalación

Las canalizaciones horizontales tendrán una pendiente descendente en el sentido del flujo del aire comprimido del 0,5% para permitir la evacuación del agua condensada que perjudica el correcto funcionamiento de la instalación.

Para calcular la sección de los distintos tramos se consideran necesidades máximas de circulación del aire comprimido de 7m/s en la tubería principal y de 15 m/s en las derivaciones.



Para el cálculo de la sección de cada tramo se aplica la siguiente expresión:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Siendo,

d = diámetro (m)

Q = Caudal (m³/h)

v = velocidad (m/s)

Tabla 2. Cálculo diámetro tuberías.


Tramo	Caudal (m³/min)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)
Compresor-1	0,99	59,4	7	3,29
1-Llenadora aséptica	0,66	39,6	15	1,83
1-Paletizadora	0,33	19,8	15	1,30

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 12.

Vertidos y residuos

The logo of the University of La Rioja is a red shield with a white border. Inside the shield, there is a white stylized figure of a person with arms and legs outstretched, resembling a bird or a person in a dynamic pose.

Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.

Índice

1.	Introducción	2
2.	Naturaleza de los residuos generados	2
2.1.	Residuos Sólidos.....	2
2.2.	Aguas residuales.....	2
2.3.	Residuos tóxicos y peligrosos.....	2
2.4.	Otros residuos	3

1. Introducción

El objetivo del presente anejo es identificar los residuos generados por la fábrica de zumos durante su proceso de producción y presentar las diferentes gestiones que se darán para cada uno con el fin de cumplir con las exigencias de la legislación vigente en materia de gestión de residuos y medio ambiente.

Los residuos sólidos que se generan son casi asimilables a los urbanos (envases de plástico, cajas de cartón, papel secamanos, etc), por lo que se generan como tal, y por otro lado se generan residuos líquidos provenientes del agua de limpieza.

2. Naturaleza de los residuos generados

En la industria, se producen los siguientes residuos:

2.1. Residuos Sólidos

Residuos sólidos urbanos (R.S.U), son generalmente los envases donde vienen embalados los aditivos, los materiales auxiliares (cajas de cartón, envases de plástico), envases rotos, etc. Se colocan cubos o contenedores de basura dentro de la industria para cada tipo de residuos, que deben ser bien identificados y recogidos de forma selectiva (papel, plástico, basura general), de cierre hermético y que serán evacuados diariamente para evitar la acumulación en el área de producción.

Estos residuos serán depositados en sus correspondientes contenedores de recogida municipal.

En el caso de palets en mal estado, lámparas estropeadas, envases de productos de limpieza, etc, serán almacenados en el almacén de desperdicios y retirados por un Gestor Autorizado.

2.2. Aguas residuales

Las aguas residuales que se generan provienen de la limpieza de los equipos, sala de producción, fugas, derrames y de la limpieza del equipo CIP.

Los vertidos del equipo CIP contendrán restos de sosa y materia orgánica contenida en las tuberías y depósitos, pero la cantidad de estos será baja por lo que podrán ser vertidos a la red para su tratamiento en la depuradora del polígono.

2.3. Residuos tóxicos y peligrosos

La industria no generará este tipo de residuos, sólo pueden estar en determinados tipos de fluidos de refrigeración y residuos de laboratorio, que serán entregados a un Gestor de Residuos legalmente reconocido para que se encargue de su eliminación.

2.4. Otros residuos

Los zumos concentrados son recepcionados en bidones, estos bidones una vez utilizados, se les volverá a colocar la tapa y serán almacenados en el almacén de desperdicios, de tal forma, que cuando se reciben nuevos bidones, se devuelven los ya vacíos al proveedor de zumos concentrados para su gestión y posterior reutilización.


UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 13.

Instalación

contra incendios



**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1. Introducción	2
2. Caracterización de los establecimientos industriales	2
2.1. Configuración y tipología del establecimiento industrial.....	2
2.2. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco.....	2
2.3. Determinación del nivel de riesgo intrínseco del edificio	6
3. Requisitos constructivos del establecimiento industrial, según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.....	6
3.1. Sectorización de los establecimientos industriales.....	6
3.2. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes	7
3.3. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento	8
3.4. Evacuación de los establecimientos industriales	8
3.5. Fachadas accesibles.....	9
3.6. Materiales	10
4. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales	10
4.1. Sistemas Manuales de Alarma de Incendio	10
4.2. Extintores de incendios	10
4.3. Sistemas de comunicación de alarma	11
4.4. Sistema de hidrantes exteriores	11
4.5. Sistemas de boca de incendios equipada (BIE)	11
4.6. Sistemas de columna seca.....	12
4.7. Sistemas de rociadores automáticos de agua.....	12
4.8. Alumbrado de emergencia.....	12
4.9. Señalización.....	12

1. Introducción

En el presente anejo se calcula la instalación de protección contra incendios para la planta de zumos a partir de concentrados.

Se calculará y se dimensionará según el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales aprobado por el R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, del ministerio de industria, turismo y comercio.

Este reglamento tiene por objetivo conseguir un mayor grado de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial, protegiendo así a los trabajadores y a las instalaciones, y facilitar la intervención de los equipos de extinción.

2. Caracterización de los establecimientos industriales

2.1. Configuración y tipología del establecimiento industrial

Según su configuración y ubicación con relación a su entorno, se encuentra dentro de la clasificación “Tipo C”, es decir, el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

2.2. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

Para los establecimientos industriales tipo C se considera sector de incendio el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

En este caso, la nave se divide en dos zonas:

- Zona de producción y dependencias para el personal de la industria.
- Zonas de almacenamiento.

Tabla 1. Zonas distinguidas en la industria con la superficie que ocupan.

Zona	Dependencias que engloba	Superficie (m ²)
Zona de producción y dependencias para el personal de la industria	Oficinas, aseos, laboratorio, comedor, sala tratamiento agua, vestuarios, taller, sala producción vapor, sala neumática, sala producción frío, pasillos y sala de producción.	926,3
Zona de almacenamiento	Almacén producto final, almacén congelador, sala deshielo, almacén materiales auxiliares, almacén aditivos, almacén desperdicios, cuarto limpieza, muelles y pasillos.	622,39

Superficie total: 1.548,69 m².

El riesgo total intrínseco de cada área de incendio se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a; (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

Donde:

- Q_s = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio
- G_i = Masa en Kg de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector (incluidos los materiales constructivos combustibles).
- q_i = Poder calorífico en MJ/Kg o Mcal/Kg de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- C_i = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendios.
- R_a = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación), inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- A = Superficie construida en el sector de incendio en m².

Como alternativa a la fórmula anterior se puede evaluar la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_s , del sector de incendio aplicando las siguientes expresiones en función del tipo de actividad realizada en cada área.

Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento: en los que se incluyen los acopios de materiales y productos cuyo consumo o producción es diaria, se utiliza la siguiente expresión.

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a; (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

Y para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} \cdot R_a; (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

Donde:

- Q_s , C_i y A tiene el mismo significado que antes.

- q_{vi} : Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m² o Mcal/m².
 - S_i : Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, en m².
 - h_i : Altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles en m.
- Para la actividad que se desarrolla en la industria se eligen los valores q_{si} y q_{vi} de la tabla 1.2 (valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a) del reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre).

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Bebidas alcohólicas (licores)	700	168	1,5			
Bebidas alcohólicas, venta	500	120	1,5	800	192	1,5
Bebidas bajas o sin de alcohol	80	19	1,0	125	30	1,0
Bebidas sin alcohol, expedición de	300	72	1,0			
Bebidas sin alcohol, zumos de fruta	200	48	1,0	300	72	1,0
Bibliotecas	2.000	481	1,0	2.000	481	2,0

A continuación, se busca el coeficiente de peligrosidad C_i en la tabla 1.1 de reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre):

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C_i		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1 - Líquidos clasificados como subclase B₁, en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C. - Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente. - Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como subclase B₂ en la ITC MIE-APQ1. - Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C. - Sólidos que emiten gases inflamables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

En la siguiente tabla, se calcula el nivel de riesgo intrínseco de cada zona del edificio.

Tabla 2. Cálculo riesgo intrínseco zona producción.

Área	Q_{Si} (MJ/m ²)	S_i	C_i	R_a	Q_s (MJ/m ²)
Sala producción	200	595,32	1	1	128,54
Sala producción frío	200	30,69	1	1,5	9,94
Sala producción neumática	200	15,02	1	1,5	4,86
Sala producción vapor	200	15,02	1	1,5	4,86
Taller	300	17,1	1	1	5,54
Vestuarios	200	38	1	1	8,20
Sala tratamiento agua	200	28,12	1	1	6,07
Comedor	200	18,24	1	1	3,94
Laboratorio	300	19,71	1	1,5	9,58
Aseos	600	14,44	1	1	9,35
Oficinas	600	25,84	1	1	16,74
Pasillos	100	108,8	1	1	11,75
		926,3			219,37

Tabla 3. Cálculo riesgo intrínseco zona de almacenamiento.

Área	Q_{Si} (MJ/m ²)	S_i	C_i	h_i (m)	R_a	Q_s (MJ/m ²)
Almacén producto terminado	300	254,16	1	5	1,00	612,54
Almacén aditivos	300	34,2	1	5	1,00	82,42
Almacén materiales auxiliares	300	52,8	1	5	1,00	127,25
Almacén desperdicios	300	67,64	1	5	1,00	163,02
Almacén congelador	300	46,5	1	5	1,00	112,07
Cámara deshielo	300	46,5	1	5,00	1,00	112,07
Pasillos	200	51,72	1	5,00	1,00	83,10
Muelles	200	54,8	1	5	1	88,05
Cuarto limpieza	300	14,07	1	5	1	33,91
		622,39				1414,43

La carga de fuego ponderada y corregida de todo el edificio viene determinada por la siguiente expresión:

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{Si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i} = \frac{219,37 \cdot 926,3 + 1414,43 \cdot 622,39}{926,3 + 622,39} = 699,64 \text{ MJ/m}^2$$

Donde:

- Q_e = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².

- Q_{Si} = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada sector de incendio (i) que componen en edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².
- A_i = Superficie de cada uno de los sectores de incendio (i), que componen el edificio industrial, en m².

2.3. Determinación del nivel de riesgo intrínseco del edificio

Según la tabla 1.3 del R.D 2267/2004, el nivel de riesgo intrínseco para el valor de densidad de carga de fuego, ponderada y corregida Q_e , de dicho edificio industrial, pertenece al nivel bajo con valor 2, ya que está entre los límites siguientes: $425 < Q_e < 850$.

3. Requisitos constructivos del establecimiento industrial, según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.

3.1. Sectorización de los establecimientos industriales

A continuación, se va a comprobar que el sector de incendio definido en el apartado anterior no supere la máxima superficie construida admisible, dependiendo de su nivel de riesgos intrínseco, para ello se emplea la tabla 2.1. del R.D 2267/2004.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO 1 2	(1)-(2)-(3) 2000 1000	(2) (3) (5) 6000 4000	(3) (4) SIN LÍMITE 6000
MEDIO 3 4 5	(2)-(3) 500 400 300	(2) (3) 3500 3000 2500	(3) (4) 5000 4000 3500
ALTO 6 7 8	NO ADMITIDO	(3) 2000 1500 NO ADMITIDO	(3)(4) 3000 2500 2000

En la siguiente tabla se refleja el cumplimiento de la superficie máxima admisible para cada sector:

Tabla 4. Superficie máxima admisible según nivel intrínseco.

Sector	Nivel intrínseco	Superficie máxima admisible (m ²)	Superficie del sector (m ²)	Cumplimiento
1	Bajo (1)	SIN LÍMITE	926,3	SÍ
2	Bajo (2)	6000	622,39	SÍ

3.2. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado.

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante, no tendrá un valor inferior al indicado en la Tabla 2.2 del R.D. 2267/2004.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

En esta tabla se indica que para industrias con nivel de riesgo intrínseco bajo y de tipo C con planta sobre rasante, la estabilidad al fuego es EF-30 (estabilidad al fuego de 30 minutos).

En la tabla 2.3. del R.D. 2267/2004, indica que para la estructura principal de cubiertas ligeras y sus soportes en plantas sobre rasante con un nivel de riesgo intrínseco bajo y una configuración de tipo C no se exige una estabilidad mínima al fuego.

TABLA 2.3

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)

3.3. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento o delimitador se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones:

- a) Estabilidad mecánica o capacidad portante.
- b) Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.
- c) No emisión de gases inflamables en la cara no expuesta al fuego.
- d) Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta al fuego supere las temperaturas que establece la norma correspondiente.

3.4. Evacuación de los establecimientos industriales

Para la aplicación de las exigencias establecidas relativas a la evacuación del establecimiento industrial, se determina la ocupación del mismo (P) en base al número de personas que ocupan el sector de incendios con la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 P &= 1,10 p, \text{ cuando } p < 100. \\
 P &= 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200. \\
 P &= 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500. \\
 P &= 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.
 \end{aligned}$$

Donde “p” representa el número de personas que constituyen la plantilla que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

En nuestro caso, como hay menos de 100 personas se emplea la primera expresión.

$$P = 1,10 \times 11 = 12,1 \approx 13$$

*La evacuación de estos establecimientos industriales debe satisfacer las condiciones siguientes:

1. Elementos de la evacuación:

- Se considera origen de evacuación a todo punto ocupable.
- La longitud de los recorridos de evacuación se medirá sobre el eje.
- Se considera altura de evacuación, a la mayor diferencia de cotas entre cualquier origen de evacuación y la salida del edificio que le corresponda.
- Salidas de recinto, puerta o un paso que conducen, bien directamente, o bien a través de otros recintos, hacia una salida de planta y, en último término, hacia una del edificio.

2. Número y disposición de las salidas: El recinto puede disponer de una única salida cuando cumple:

- Ocupación menor de 100 personas.
- No existen recorridos para más de 50 personas que precisen salvar, en sentido ascendente, una altura de evacuación mayor que 2 metros.
- Ningún recorrido de evacuación hasta la salida tiene una longitud mayor que 50 metros cuando la ocupación sea menor que 25 personas (como es el caso de la fábrica del presente proyecto) y la salida comunique directamente con un espacio exterior seguro.

a) Nave:

El recinto dispone de cuatro salidas, una desde cada uno de los muelles, otra desde la zona de las oficinas y otra desde la zona del personal de planta. Según la norma para un riesgo bajo y una longitud del recorrido de evacuación de 50 m, nos indica que debemos disponer de dos puertas, pero se han dispuesto cuatro para facilitar el trabajo.

3. Dimensionamiento de salidas y pasillos:

La anchura, en m, de las puertas, pasos y pasillos será al menos igual a $P/200$, siendo P el número de personas asignadas a dicho elemento de evacuación.

$$P/200 = 11/200 = 0,055 \text{ m}$$

Todas las puertas son mayores de lo especificado por la norma y, por tanto, son válidas ya que son todas mayores a 1 metro.

Las puertas de salida son abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables y los pasillos se deben encontrar libres de obstáculos.

3.5. Fachadas accesibles

A la hora de diseñar las fachadas se debe tener en cuenta su accesibilidad desde el exterior por el personal del servicio contra incendios.

Las condiciones que deben cumplir los huecos de las fachadas son las siguientes:

- Deben de tener una separación inferior o igual a 25 m entre ejes de dos huecos consecutivos, medida sobre la fachada.
- Las dimensiones de los huecos deben tener:
 - o Anchura $\geq 0,80 \text{ m}$
 - o Altura $\geq 1,20 \text{ m}$
- No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos.

3.6. Materiales

Según la norma UNE-23727, los productos de construcción se clasifican según su comportamiento al fuego de la siguiente manera:

- M0: Materiales no combustibles.
- M1: Materiales combustibles pero inflamables.
- M2: Grado de inflamabilidad moderada.
- M3: Grado de inflamabilidad media.
- M4: Grado de inflamabilidad alta.

Tanto en suelos como en paredes y techos, la norma exige que los materiales de revestimiento tanto de exterior como de interior sean de clase M2 o más favorables, es decir pueden ser materiales no combustibles, combustibles no inflamables o con un grado de inflamabilidad muy moderado.

El material que constituya una capa contenida en el interior de un suelo, pared o Techo que sea de una clase más desfavorable que la exigida para el revestimiento de dichos materiales constructivos, la capa o conjunto de capas situadas entre este material y el revestimiento tendrán como mínimo un grado de resistencia al fuego RF-30.

Los materiales situados en el interior de falsos techos, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado y ventilación, deben pertenecer a la clase M1 o a una más favorable.

4. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales

4.1. Sistemas Manuales de Alarma de Incendio

En actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento si su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.

En el caso de las actividades de almacenamiento, si su superficie total construido es de 800 m² o superior.

Por lo que se instalará un pulsador junto a cada salida del sector de incendio y junto a cada BIE, siendo la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador igual o inferior a 25 m.

4.2. Extintores de incendios

Según el R.D. 2267/2004, punto 8 del Anexo II, se instalarán extintores de incendios portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales. El emplazamiento de los extintores portátiles de incendios permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estimen mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución, será tal que el recorrido máximo horizontal, desde

cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor no supere los 15 metros. La altura de la colocación no será superior a 1,7 metros sobre el suelo.

La determinación de la dotación del número de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A, se realiza según la tabla 3.1.

<i>GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO</i>	<i>EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR</i>	<i>ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO</i>
BAJO	21 A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)

Para los sectores de incendio de riesgo bajo, los extintores colocados deberán ser de una eficacia mínima 21A y la superficie de protección de un extintor es 600 m² (un extintor más por cada 200 m², o fracción, en exceso).

Por lo que se instalarán 7 extintores, 3 de ellos en la sala de producción, uno en la cámara de producto terminado, otro en la sala de desperdicios, otro en el pasillo del personal de producción y otro en el pasillo de las oficinas de polvo ABC con eficacia 21A de 6 Kg.

Además, para cubrir posibles incendios de tipo eléctrico, se dispondrá de un extintor de CO₂ de eficacia 34B, situado junto a cada cuadro de instalación eléctrica.

4.3. Sistemas de comunicación de alarma

No será necesario la instalación de un sistema de comunicación de alarma, al ser la superficie construida de todos los sectores del establecimiento industrial inferior a 10.000m².

4.4. Sistema de hidrantes exteriores

No será necesario su instalación al ser la configuración de la industria de tipo C, con un riesgo intrínseco bajo y una superficie inferior a 2.000m².

4.5. Sistemas de boca de incendios equipada (BIE)

No se instalarán bocas de incendio equipadas en la industria ya que la configuración es de tipo C y el nivel de riesgo intrínseco es bajo.

4.6. Sistemas de columna seca

No se instalarán sistemas de columna seca ya que el riesgo intrínseco es bajo y la altura del edificio no es igual o superior a 15 metros.

4.7. Sistemas de rociadores automáticos de agua

No se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua ya que la configuración del edificio es de tipo C, con un nivel de riesgo intrínseco bajo.

4.8. Alumbrado de emergencia

Se instalarán alumbrado de emergencia en las vías de evacuación para facilitar la salida del personal de la fábrica en caso de emergencia, aunque no sería necesario por el tipo de riesgo intrínseco que presenta esta industria.

4.9. Señalización

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 14.

Evaluación

económica

**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1.	Introducción	2
2.	Estimación de la rentabilidad financiera	2
3.	Costes del proyecto	3
4.	Gastos	3
4.1.	Gastos fijos	3
4.1.1.	Salarios	4
4.1.2.	Mantenimiento	4
4.2.	Gastos variables	4
4.2.1.	Materia prima	4
4.2.2.	Aditivos	5
4.2.3.	Envases y materiales auxiliares	5
4.2.4.	Otros	5
4.3.	Costes totales	6
5.	Ingresos	6
5.1.	Cobros ordinarios	7
6.	Amortización	7
7.	Flujos de caja	8
7.1.	Antecedentes	8
7.2.	Metodología de cálculo	8
8.	Análisis rentabilidad	11
9.	Análisis de sensibilidad	11
10.	Conclusiones	20

1. Introducción

El estudio económico para el presente proyecto tiene la finalidad de establecer la viabilidad económica y la rentabilidad de la inversión para una industria elaboradora de zumos a partir de concentrado.

Los parámetros que definen una inversión son tres:

- Pago de la inversión (K), es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que el proyecto empiece a funcionar.
- Vida útil del proyecto (n), es el número de años estimados durante los cuales la inversión genera rendimientos.
- Flujo de cada (Ri), resultados de efectuar la diferencia entre cobros y pagos, ya sean estos ordinarios o extraordinarios, en cada uno de los años de vida del proyecto.

Las características del proyecto son:

- Vida útil de obra civil e instalaciones de 30 años.
- Vida útil de la maquinaria 15 años.
- Valor residual de obra civil: 25%.
- Valor residual de la maquinaria 15% valor inicial.

La parcela es propiedad de los inversores y está valorada en 350.000€.

2. Estimación de la rentabilidad financiera

Los parámetros previamente mencionados se aplican a los siguientes métodos de evaluación:

- **Valor actual neto (VAN):** Expresa el valor actualizado de todos los rendimientos financieros generados por la inversión. Indica la ganancia neta generada por el proyecto.

Si $VAN < 0$: proyecto no viable.

Si $VAN > 0$: proyecto viable

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VAN = -K + R_i \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}$$

- **Relación beneficio/inversión:** El VAN mide la rentabilidad de una inversión, si se divide el VAN por el pago de la inversión se obtiene un nuevo valor que mide la rentabilidad relativa, es decir, la ganancia neta generada por cada unidad monetaria invertida.

$$Q = \frac{VAN}{K}$$

- **Plazo de recuperación (Pay-Back):** Es el número de años que transcurren desde el inicio del proyecto hasta que la suma de los cobros actualizados se hace exactamente igual a la suma de los pagos actualizados. Nos indica el momento de la vida de la inversión en que el VAN se hace cero.
La inversión es más interesante cuanto más reducido sea su plazo de recuperación.
- **Tasa de rentabilidad (TIR):** Tasa de actualización (interés λ) que haría que el VAN fuera nulo.

$\lambda > i$: proyecto es viable.

$\lambda < i$: proyecto no viable.

3. Costes del proyecto

El proyecto va a tener dos grandes inversiones: La obra civil e infraestructuras necesarias y por otra parte la maquinaria.

Del presupuesto se ha obtenido los siguientes datos:

INVERSIÓN	COSTE (€)
Obra civil, instalaciones y mobiliario	805.781,34
Maquinaria	194.194,35
TOTAL	999.975,69

Estos datos representan el coste de la puesta en funcionamiento de la instalación sin aplicar el 13% de gastos generales, 6% de beneficio industrial y el 21% de IVA. Si incluimos el 13% de gastos generales y el 6% de beneficio industrial tenemos inversión inicial de: 1.189.971,07€.

Si le añadimos el 21% de IVA nos da: **1.439.864,99€**.

4. Gastos

Los gastos son aquellos movimientos económicos que se realizan para que funcione correctamente la actividad. Tenemos dos tipos de gastos:

- Gastos fijos que son independientes de la producción.
- Gastos variables que son dependientes de la producción.

4.1. Gastos fijos

Los gastos fijos engloban: salarios, mantenimiento maquinaria, mantenimiento obra civil, limpieza y desinfección y desratización semestral.

4.1.1. Salarios

En el anejo de proceso productivo, se detalló las necesidades de personal, por lo que solo se va a citar el tipo de empleado y su salario:

MANO DE OBRA	PERSONAS	SALARIO BRUTO ANUAL (€)
Gerente	1	27.600
Director de ventas	1	26.400
Encargados de producción	1	22.800
Peones de producción	2	24.000
Personal de laboratorio	1	18.000
Administrativos	1	18.000
Carretilleros	2	24.000
Personal de limpieza	2	21.600
Total	11	182.400

Los sueldos totales en un año ascienden a la cantidad de 182.400€.

4.1.2. Mantenimiento

MANTENIMIENTO	VALOR PRESUPUESTADO	%	TOTAL (€/AÑO)
Obra civil e instalaciones	726.533,59	0,5	3.632,67
Maquinaria	194.194,35	1	1.941,94
Limpieza y desinfección	3.015		3.015
Desratización	300		300
TOTAL			8.889,61

La cantidad total de mantenimiento asciende a 8.889,61€.

4.2. Gastos variables

Dentro de estos gastos encontramos: costes de materias primas, aditivos, materiales auxiliares, etc.

4.2.1. Materia prima

MATERIA PRIMA	LITROS/AÑO	KG/AÑO	€/KG	TOTAL
Concentrado manzana	409.500	425.880	1,15	489.670
Concentrado naranja	682.500	709.800	1,20	851.760
Concentrado granada	409.500	425.880	1,40	596.232
TOTAL				1.937.662

4.2.2. Aditivos

ADITIVOS	LITROS/AÑO	KG/AÑO	€/KG	€/L	TOTAL
Agua	6.176.695,2	-	-	0,015	92.635,43
Ácido ascórbico	-	150,15	8,96	-	1.345,34
Ácido cítrico	-	4.504,5	2,27	-	10.225,22
TOTAL					104.205,99

4.2.3. Envases y materiales auxiliares

MATERIALES AUXILIARES	UD/AÑO	L/AÑO	€/UD	€/L	€/AÑO
Bobinas Brik 1 litro (1.000 envases/bobina)	4.057	-	32,75	-	132.866,75
Bobinas Brik 330 ml. (2.000 envases/bobina)	5.880	-	45,90	-	269.892
Cajas cartón envases 1 L.	127.584	-	0,20	-	25.516,8
Cajas cartón envases 330 ml.	110.217	-	0,18	-	19.839,06
Films	684	-	40	-	27.360
Palets	9.162	-	2,75	-	25.195,5
Agua oxigenada	-	2.052	-	2,4	4.924,8
TOTAL					505.594,91

4.2.4. Otros

COSTES VARIOS	TOTAL (€/AÑO)
Electricidad	78.400
Teléfono	964
Publicidad	7.843
Seguros	18.000
Otros (agua limpieza, productos limpieza, etc)	52.500
TOTAL	157.707

4.3. Costes totales

A continuación, se muestra una tabla resumen de los costes totales, siendo la suma de los costes fijos y variables:

COSTES	TOTAL (€/AÑO)
Salarios	182.400
Mantenimiento	8.889,61
Materias primas	1.937.662
Aditivos	104.205,99
Envases y materiales auxiliares	505.594,91
Otros	121.207
TOTAL	2.859.960

Los costes totales ascienden a: **2.859.960 €**.

5. Ingresos

Los ingresos pueden ser de dos tipos:

- **Ingresos ordinarios:** Proceden de la actividad normal de la empresa, cobros por venta del producto.
- **Ingresos extraordinarios:** Proceden del valor residual de la maquinaria que el 15% del valor inicial transcurridos 15 años.

La industria no va a producir a total rendimiento durante los primeros años vida debido a la cartera de clientes inicial, a los ajustes en las maquinarias para producir óptimamente y a la puesta en funcionamiento de la nave industria.

- En el 1^{er} año, la capacidad de producción será del 50%.
- En el 2^o año, la capacidad de producción será del 75%.
- En el 3^{er} año y sucesivos: la capacidad de producción será del 100%.

5.1. Cobros ordinarios

Los ingresos provienen de la venta de los productos terminados y son los siguientes:

TIPO		€ MARGEN BENEFICIO/PRODUCTO	ENVASES/AÑO	€/AÑO
Zumos granada	Envases 1 litro	0,30	634.248	190.274,4
	Envases 330 ml.	0,21	1.921.926	403.604,46
Zumos naranja	Envases 1 litro	0,25	1.941.849	485.462,25
	Envases 330 ml.	0,18	5.884.515	1.059.212,7
Zumos manzana	Envases 1 litro	0,27	1.254.708	338.771,16
	Envases 330 ml.	0,20	3.802.071	760.414,2
			TOTAL	3.237.739,17

6. Amortización

La amortización es un término económico y contable, referido al proceso de distribución en el tiempo de un valor duradero.

A continuación, se presenta el cuadro de amortización referente a este proyecto. Debemos tener en cuenta, que no se pide un préstamo al banco, y que toda la financiación viene de los inversores.

	VALOR ADQUISICIÓN	VALOR RESIDUAL	VALOR A AMORTIZAR	VIDA ÚTIL (AÑOS)	CUOTA ANUAL (€)
Obra civil	563.197,75	140.799,44	422.398,31	30	14.079,94
Instalaciones	156.429,84	31.285,97	125.143,87	30	4.171,46
Maquinaria	194.194,35	29.129,15	165.065,20	15	11.004,35
TOTAL	913.821,94	209.036,05	704.785,89	-	29.255,75

Para realizar estos cálculos se tiene en cuenta la vida útil y el valor residual de la obra civil, las instalaciones y la maquinaria.

- Obra civil e instalaciones: 30 años de vida útil.
- Maquinaria: 15 años de vida útil.
- Obra civil: 25% valor residual.
- Instalaciones: 20% valor residual.
- Maquinaria: 15% valor residual.

7. Flujos de caja

7.1. Antecedentes

En este apartado se realizan los flujos de caja con las siguientes consideraciones:

- Este tipo de empresas suele tener una vida útil media de 30 años, por lo que se tomará para su estudio ese tiempo.
- En el año 15, se renueva completamente la maquinaria, produciéndose un desembolso de 194.194,35, siendo la vida útil de la nueva maquinaria 15 años, al igual que la inicial.
- No hay financiación, todo el capital lo aportan los inversores.

7.2. Metodología de cálculo

Para el cálculo de los flujos de caja se han seguido los siguientes pasos:

1. Inversión.
2. Salarios.
3. Cobros ordinarios.
4. Cobros extraordinarios.
5. Gastos fijos.
6. Gastos variables.
7. Flujo de caja.
8. Flujo acumulado.

Año	Inversión	Salarios	Cobros ordinarios	Cobros extraordinarios	Gastos extraordinarios	Gastos Mantenimiento	Gastos variables	Flujo de caja	Flujo acumulado
0	-1.539.971,07							-1.539.971,07	-1.539.971,07
1		-182.400,00	1.618.869,59			-8.889,61	-1.352.584,95	74.995,02	-1.464.976,05
2		-182.400,00	2.428.304,38			-8.889,61	-2.028.877,43	208.137,34	-1.256.838,70
3		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	-915.559,04
4		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	-574.279,38
5		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	-232.999,72
6		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	108.279,94
7		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	449.559,60
8		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	790.839,26
9		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	1.132.118,92
10		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	1.473.398,58
11		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	1.814.678,24
12		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	2.155.957,90
13		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	2.497.237,56
14		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	2.838.517,22
15		-182.400,00	3.237.739,17	29.129,15	-194.194,35	-8.889,61	-2.705.169,90	176.214,46	3.014.731,68
16		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	3.356.011,34
17		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	3.697.291,00
18		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	4.038.570,66
19		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	4.379.850,32
20		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	4.721.129,98
21		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	5.062.409,64
22		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	5.403.689,30
23		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	5.744.968,96
24		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	6.086.248,62

25		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	6.427.528,28
26		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	6.768.807,94
27		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	7.110.087,60
28		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	7.451.367,26
29		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.705.169,90	341.279,66	7.792.646,92
30		-182.400,00	3.237.739,17	209.036,05		-8.889,61	-2.705.169,90	550.315,71	8.342.962,63

i	VAN
2%	5.707.204,90
3%	4.745.403,73
4%	3.955.102,57
5%	3.300.932,41
6%	2.755.497,07
7%	2.297.459,72
8%	1.910.111,49
9%	1.580.295,64
10%	1.297.595,44
11%	1.053.718,08
12%	842.025,39
13%	657.174,52
14%	494.841,76
15%	351.509,13
16%	224.298,89
17%	110.844,44
18%	9.189,32
19%	-82.292,25
20%	-164.958,18

21%	-239.948,29
22%	-308.224,06
23%	-370.600,40
24%	-427.771,22
25%	-480.330,10
26%	-528.787,03
27%	-573.582,07

TIR
18,10%

8. Análisis rentabilidad

A la hora de analizar el proyecto se obtuvieron los siguientes resultados:

- Según el valor VAN a una tasa del 5%, el proyecto de inversión es factible. En este caso: $VAN = 3.300.932,41 > 0$.
- El TIR = 18,10% > 5% (Interés bancario).
- El plazo de recuperación (Pay- Back) es de 5 años y 249 días.
- Relación Beneficio/Inversión en este caso es de: 2,14

En conclusión, del análisis de rentabilidad efectuado al proyecto, se desprenden los siguientes resultados teniendo en cuenta que el interés bancario es del 5%:

Inversión inicial	1.539.971,07 €
VAN	3.300.932,41
TIR	18,10%
Pay-Back	5 años y 249 días.
Beneficio/Inversión	2,14

9. Análisis de sensibilidad

Se plantean dos casos pesimistas que nos hacen variar los flujos de caja, y por tanto, el VAN y el TIR, a continuación se expone cada uno de estos casos:

CASO I: Subida 10% precio zumos concentrados.

Año	Inversión	Salarios	Cobros ordinarios	Cobros extraordinarios	Gastos extraordinarios	Gastos Mantenimiento	Gastos variables	Flujo de caja	Flujo acumulado
0	-1.539.971,07							-1.539.971,07	-1.539.971,07
1		-182.400,00	1.618.869,59			-8.889,61	-1.449.468,05	-21.888,08	-1.561.859,15
2		-182.400,00	2.428.304,38			-8.889,61	-2.174.202,08	62.812,69	-1.499.046,45
3		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	-1.351.532,99
4		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	-1.204.019,53
5		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	-1.056.506,07
6		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	-908.992,61
7		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	-761.479,15
8		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	-613.965,69
9		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	-466.452,23
10		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	-318.938,77
11		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	-171.425,31
12		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	-23.911,85
13		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	123.601,61
14		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	271.115,07
15		-182.400,00	3.237.739,17	29.129,15	-194.194,35	-8.889,61	-2.898.936,10	-17.551,74	253.563,33
16		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	401.076,79
17		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	548.590,25
18		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	696.103,71
19		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	843.617,17
20		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	991.130,63
21		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	1.138.644,09
22		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	1.286.157,55

23		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	1.433.671,01
24		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	1.581.184,47
25		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	1.728.697,93
26		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	1.876.211,39
27		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	2.023.724,85
28		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	2.171.238,31
29		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.898.936,10	147.513,46	2.318.751,77
30		-182.400,00	3.237.739,17	209.036,05		-8.889,61	-2.898.936,10	356.549,51	2.675.301,28

i	VAN
2%	1.509.072,75
3%	1.087.222,76
4%	742.434,75
5%	458.478,53
6%	222.850,00
7%	25.862,65
8%	-140.029,02
9%	-280.735,40
10%	-400.912,07
11%	-504.246,75
12%	-593.676,92
13%	-671.555,67
14%	-739.778,48
15%	-799.880,85
16%	-853.113,51
17%	-900.500,96

18%	-942.886,91
19%	-980.970,02
20%	-1.015.331,88
21%	-1.046.459,19
22%	-1.074.761,33
23%	-1.100.584,40
24%	-1.124.222,41
25%	-1.145.926,34
26%	-1.165.911,43
27%	-1.184.363,11

TIR
7,15%

CASO II: Ventas de producto un 5% menores.

Año	Inversión	Salarios	Cobros ordinarios	Cobros extraordinarios	Gastos extraordinarios	Gastos Mantenimiento	Gastos variables	Flujo de caja	Flujo acumulado
0	-1.539.971,07							-1.539.971,07	-1.539.971,07
1		-182.400,00	1.618.869,59			-8.889,61	-1.352.584,95	74.995,02	-1.464.976,05
2		-182.400,00	2.428.304,38			-8.889,61	-2.028.877,43	208.137,34	-1.256.838,70
3		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	-1.077.446,00
4		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	-898.053,30
5		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	-718.660,60
6		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	-539.267,90
7		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	-359.875,20
8		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	-180.482,49
9		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	-1.089,79
10		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	178.302,91
11		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	357.695,61
12		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	537.088,31
13		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	716.481,01
14		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	895.873,72
15		-182.400,00	3.075.852,21	29.129,15	-194.194,35	-8.889,61	-2.705.169,90	14.327,50	910.201,22
16		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	1.089.593,92
17		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	1.268.986,62
18		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	1.448.379,32
19		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	1.627.772,02
20		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	1.807.164,72
21		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	1.986.557,43
22		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	2.165.950,13

23		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	2.345.342,83
24		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	2.524.735,53
25		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	2.704.128,23
26		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	2.883.520,93
27		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	3.062.913,64
28		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	3.242.306,34
29		-182.400,00	3.075.852,21			-8.889,61	-2.705.169,90	179.392,70	3.421.699,04
30		-182.400,00	3.075.852,21	209.036,05		-8.889,61	-2.705.169,90	388.428,75	3.810.127,79

i	VAN
2%	2.395.824,23
3%	1.882.113,68
4%	1.461.082,02
5%	1.113.347,37
6%	823.952,78
7%	581.292,35
8%	376.310,49
9%	201.902,20
10%	52.461,76
11%	-76.458,36
12%	-188.406,62
13%	-286.229,99
14%	-372.225,38

15%	-448.256,27
16%	-515.842,88
17%	-576.232,18
18%	-630.452,58
19%	-679.356,84
20%	-723.655,75
21%	-763.944,91
22%	-800.725,92
23%	-834.423,31
24%	-865.398,18
25%	-893.959,09
26%	-920.370,94
27%	-944.862,19

TIR
10,39%

Se plantean dos casos optimistas que nos hacen variar los flujos de caja y, por tanto, el VAN y el TIR, a continuación, se expone cada uno de estos casos:

CASO I: Se incrementan las ventas un 2%.

Año	Inversión	Salarios	Cobros ordinarios	Cobros extraordinarios	Gastos extraordinarios	Gastos Mantenimiento	Gastos variables	Flujo de caja	Flujo acumulado
0	-1.539.971,07							-1.539.971,07	-1.539.971,07
1		-182.400,00	1.618.869,59			-8.889,61	-1.352.584,95	74.995,02	-1.464.976,05
2		-182.400,00	2.428.304,38			-8.889,61	-2.028.877,43	208.137,34	-1.256.838,70
3		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	-850.804,26
4		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	-444.769,82
5		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	-38.735,37
6		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	367.299,07
7		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	773.333,51
8		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	1.179.367,96
9		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	1.585.402,40
10		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	1.991.436,84
11		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	2.397.471,29
12		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	2.803.505,73
13		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	3.209.540,17
14		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	3.615.574,62
15		-182.400,00	3.302.493,95	29.129,15	-194.194,35	-8.889,61	-2.705.169,90	240.969,24	3.856.543,86
16		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	4.262.578,31
17		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	4.668.612,75
18		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	5.074.647,19
19		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	5.480.681,64
20		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	5.886.716,08
21		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	6.292.750,52

22		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	6.698.784,97
23		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	7.104.819,41
24		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	7.510.853,85
25		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	7.916.888,30
26		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	8.322.922,74
27		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	8.728.957,18
28		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	9.134.991,63
29		-182.400,00	3.302.493,95			-8.889,61	-2.705.169,90	406.034,44	9.541.026,07
30		-182.400,00	3.302.493,95	209.036,05		-8.889,61	-2.705.169,90	615.070,49	10.156.096,56

i	VAN
2%	7.031.757,17
3%	5.890.719,75
4%	4.952.710,79
5%	4.175.966,43
6%	3.528.114,79
7%	2.983.926,67
8%	2.523.631,89
9%	2.131.653,02
10%	1.795.648,91
11%	1.505.788,66
12%	1.254.198,20
13%	1.034.536,32
14%	841.668,61
15%	671.415,29
16%	520.355,60

17%	385.675,09
18%	265.046,09
19%	156.533,59
20%	58.520,85
21%	-30.349,64
22%	-111.223,32
23%	-185.071,23
24%	-252.720,43
25%	-314.878,50
26%	-372.153,46
27%	-425.070,01

TIR
20,65%

CASO II: Bajada de precios 5% zumos concentrados.

Año	Inversión	Salarios	Cobros ordinarios	Cobros extraordinarios	Gastos extraordinarios	Gastos Mantenimiento	Gastos variables	Flujo de caja	Flujo acumulado
0	-1.539.971,07							-1.539.971,07	-1.539.971,07
1		-182.400,00	1.618.869,59			-8.889,61	-1.304.143,40	123.436,58	-1.416.534,50
2		-182.400,00	2.428.304,38			-8.889,61	-1.956.215,10	280.799,67	-1.135.734,83
3		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	-697.572,07
4		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	-259.409,31
5		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	178.753,45
6		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	616.916,21
7		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	1.055.078,97
8		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	1.493.241,73
9		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	1.931.404,49
10		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	2.369.567,25
11		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	2.807.730,01
12		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	3.245.892,77
13		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	3.684.055,53
14		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	4.122.218,29
15		-182.400,00	3.237.739,17	29.129,15	-194.194,35	-8.889,61	-2.608.286,80	273.097,56	4.395.315,85
16		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	4.833.478,61
17		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	5.271.641,37
18		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	5.709.804,13
19		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	6.147.966,89
20		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	6.586.129,65
21		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	7.024.292,41
22		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	7.462.455,17

23		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	7.900.617,93
24		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	8.338.780,69
25		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	8.776.943,45
26		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	9.215.106,21
27		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	9.653.268,97
28		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	10.091.431,73
29		-182.400,00	3.237.739,17			-8.889,61	-2.608.286,80	438.162,76	10.529.594,49
30		-182.400,00	3.237.739,17	209.036,05		-8.889,61	-2.608.286,80	647.198,81	11.176.793,30

i	VAN
2%	7.806.270,98
3%	6.574.494,21
4%	5.561.436,48
5%	4.722.159,36
6%	4.021.820,60
7%	3.433.258,26
8%	2.935.181,74
9%	2.510.811,16
10%	2.146.849,19
11%	1.832.700,50
12%	1.559.876,55
13%	1.321.539,62
14%	1.112.151,88
15%	927.204,12
16%	763.005,09
17%	616.517,14

18%	485.227,44
19%	367.046,64
20%	260.228,67
21%	163.307,16
22%	75.044,57
23%	-5.608,40
24%	-79.545,62
25%	-147.531,98
26%	-210.224,83
27%	-268.191,55

TIR
22,93%

10. Conclusiones

Según los distintos criterios de valoración el proyecto de inversión para la implementación de una planta de elaboración de zumo a partir de concentrado es totalmente factible y se considera rentable, ya que el valor del VAN es superior a 0, la rentabilidad del proyecto es mayor que la del banco (18,10% frente al 5%), y finalmente por cada euro invertido se obtiene un beneficio de 2,14 euros, recuperando la inversión inicial en 5 años y 249 días.

A la hora de plantear los escenarios pesimistas vemos que sigue siendo viable pero el TIR es menor que el caso inicial obteniéndose menor rentabilidad, todo lo contrario, a lo sucedido en casos positivos para la industria, donde se obtendrá mayores beneficios.

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anejo 15.

Estudio de

seguridad y salud

**Planta elaboradora de zumos de naranja,
granada y manzana a partir de concentrado.**

Índice

1.	Justificación del estudio de seguridad y salud	2
2.	Objeto del estudio de seguridad y salud.....	2
3.	Normas de seguridad aplicables en la obra	2
4.	Identificación de los riesgos y prevención de los mismos	3
4.1.	Movimiento de tierras.....	3
4.2.	Cimentación y estructuras	4
4.3.	Cubiertas	5
4.4.	Albañilería y cerramientos	6
4.5.	Instalaciones.....	7
5.	Botiquín	8
6.	Obligaciones promotor	8
7.	Funciones coordinador en materia de seguridad y salud	8
8.	Libro de incidencias.....	9
9.	Obligaciones de los trabajadores	9
10.	Presupuesto de seguridad y salud.....	10

1. Justificación del estudio de seguridad y salud

El R.D 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, establece en el apartado 1 del artículo 4, que los proyectos de obras incluidos en los supuestos previstos en dicho apartado, el promotor se encontrará obligado a que en la fase de redacción del proyecto elabore un Estudio de Seguridad y Salud.

Los supuestos que se contemplan para que se realice un Estudio de Seguridad y Salud, son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es igual o superior a 450.000€.
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplean en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores-día (suma de los días del total de trabajadores en la obra).
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como se da alguno de los supuestos previstos en este apartado, se debe redactar un ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

2. Objeto del estudio de seguridad y salud

Conforme se especifica en el apartado 2 del artículo 5 del R.D. 1627/1997, el Estudio de Seguridad y Salud, deberá precisar:

- Memoria descriptiva de equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse
- Pliego de condiciones particulares.
- Planos.
- Presupuesto y mediciones.

3. Normas de seguridad aplicables en la obra

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre Señalización de Seguridad en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- R.D. 773/1997, de 14 de abril, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M, 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

4. Identificación de los riesgos y prevención de los mismos

4.1. Movimiento de tierras

Riesgos frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales (EPIs)
<ul style="list-style-type: none">- Caídas operarios mismo nivel- Caídas operarios al interior de la excavación.- Caídas objetos.- Choques y golpes con objetos.- Atrapamientos y aplastamientos con partes móviles.- Caídas materiales transportados.- Sobreesfuerzos.- Ruido y contaminación acústica.- Vibraciones.- Ambiente pulvígeno.- Cuerpos extraños en los ojos.- Contactos eléctricos.- Condiciones meteorológicas adversas.- Etc.	<ul style="list-style-type: none">- Achique de aguas.- Barandillas bordes excavaciones.- Tableros o planchas horizontales en huecos.- Separación tránsito de vehículos y operarios.- No permanecer en radio de acción de las máquinas.- Protección partes móviles maquinaria.- Etc.	<ul style="list-style-type: none">- Casco de seguridad.- Botas o calzado de seguridad.- Botas de seguridad impermeables.- Guantes de lona y piel.- Guantes impermeables.- Gafas de seguridad.- Ropa de trabajo.- Protectores auditivos.- Cinturón de seguridad.- Cinturón antivibratorio.

4.2. Cimentación y estructuras

Riesgos frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales (EPIs)
<ul style="list-style-type: none"> - Caídas operarios mismo y distinto nivel. - Caídas al vacío. - Caídas de objetos. - Caídas materiales transportados. - Choques o golpes con objetos. - Atrapamientos y aplastamientos. - Vibraciones. - Sobreesfuerzos. - Cuerpos extraños en ojos. - Condiciones meteorológicas adversas. - Ruidos, contaminación acústica. - Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno. - Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Marquesinas rígidas. - Barandillas. - Pasarelas. - Redes verticales y horizontales. - Andamios de seguridad. - Mallazos. - Escaleras adecuadas. - Mantenimiento maquinaria adecuado. - Iluminación natural o artificial adecuada. - Limpieza zonas de trabajo y tránsito. - Protección partes móviles maquinaria. - Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Casco de seguridad. - Botas o calzado de seguridad. - Guantes de lona y piel. - Guantes impermeables. - Gafas de seguridad. - Ropa de trabajo. - Protectores auditivos. - Cinturón de seguridad. - Cinturón antivibratorio.

4.3. Cubiertas

Riesgos frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales (EPIs)
<ul style="list-style-type: none"> - Caídas operarios mismo y distinto nivel. - Caídas al vacío. - Caídas de objetos. - Caídas materiales transportados. - Choques o golpes con objetos. - Atrapamientos y aplastamientos. - Vibraciones. - Sobreesfuerzos. - Cuerpos extraños en ojos. - Condiciones meteorológicas adversas. - Ruidos, contaminación acústica. - Contactos eléctricos. - Ambiente pulvígeno. - Lesiones y/o cortes en las manos. - Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Barandillas. - Pasarelas. - Redes verticales y horizontales. - Andamios de seguridad. - Mallazos. - Escaleras adecuadas. - Mantenimiento maquinaria adecuado. - Iluminación natural o artificial adecuada. - Limpieza zonas de trabajo y tránsito. - Protección partes móviles maquinaria. - Limpieza zonas de trabajo. - Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Casco de seguridad. - Botas o calzado de seguridad. - Guantes de lona y piel. - Guantes impermeables. - Gafas de seguridad. - Ropa de trabajo. - Protectores auditivos. - Cinturón de seguridad.

4.4. Albañilería y cerramientos

Riesgos frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales (EPIs)
<ul style="list-style-type: none"> - Caídas operarios mismo y distinto nivel. - Caídas al vacío. - Caídas de objetos. - Caídas materiales transportados. - Choques o golpes con objetos. - Atrapamientos y aplastamientos. - Vibraciones. - Sobreesfuerzos. - Cuerpos extraños en ojos. - Condiciones meteorológicas adversas. - Ruidos, contaminación acústica. - Contactos eléctricos. - Ambiente pulvígeno. - Lesiones y/o cortes en las manos. - Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Barandillas. - Pasarelas. - Redes verticales y horizontales. - Andamios de seguridad. - Mallazos. - Escaleras adecuadas. - Mantenimiento maquinaria adecuado. - Iluminación natural o artificial adecuada. - Limpieza zonas de trabajo y tránsito. - Protección partes móviles maquinaria. - Limpieza zonas de trabajo. - Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Casco de seguridad. - Botas o calzado de seguridad. - Guantes de lona y piel. - Guantes impermeables. - Gafas de seguridad. - Ropa de trabajo. - Protectores auditivos. - Cinturón de seguridad.

4.5. Instalaciones

Riesgos frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales (EPIs)
<ul style="list-style-type: none"> - Caídas operarios mismo y distinto nivel. - Caídas al vacío. - Caídas de objetos. - Caídas materiales transportados. - Choques o golpes con objetos. - Atrapamientos y aplastamientos. - Vibraciones. - Sobreesfuerzos. - Cuerpos extraños en ojos. - Condiciones meteorológicas adversas. - Ruidos, contaminación acústica. - Contactos eléctricos. - Ambiente pulvígeno. - Lesiones y/o cortes en las manos. - Quemaduras - Afecciones en la piel. - Explosiones e incendios. - Inhalación de vapores y gases. - Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Barandillas. - Pasarelas. - Redes verticales y horizontales. - Andamios de seguridad. - Mallazos. - Escaleras adecuadas. - Mantenimiento maquinaria adecuado. - Iluminación natural o artificial adecuada. - Limpieza zonas de trabajo y tránsito. - Protección partes móviles maquinaria. - Limpieza zonas de trabajo. - Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Casco de seguridad. - Botas o calzado de seguridad. - Guantes de lona y piel. - Guantes impermeables. - Gafas de seguridad. - Ropa de trabajo. - Protectores auditivos. - Cinturón de seguridad. - Pantalla de soldadura.

5. Botiquín

Se dispondrá de botiquines fijos o portátiles, que estarán bien señalados y convenientemente situados. Este botiquín deberá contar como mínimo con:

- Agua oxigenada.
- Alcohol de 96º.
- Betadine.
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Esparadrapo.
- Analgésicos.

Debe revisarse cada mes y reponerse lo utilizado o caducado.

6. Obligaciones promotor

El promotor debe asignar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud cuando durante la realización de la obra intervengan más de una empresa o una empresa y trabajadores autónomos.

El promotor debe efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, debiendo exponerse en la obra de forma visibles y actualizándose si fuera necesario.

7. Funciones coordinador en materia de seguridad y salud

- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente y al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva durante la ejecución de la obra.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.

- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.
- Asegurarse de que en la obra se mantiene permanentemente un Libro de incidencias.
- Advertir a los contratistas de los incumplimientos de las medidas de seguridad y salud, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, y remitiendo en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberá notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.
- Disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores. Deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

8. Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

- El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
- La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones Públicas.

Deberá mantenerse en la obra siempre y en poder del Coordinador, teniendo acceso al libro, la dirección facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, los representantes de los trabajadores, etc.

Si se realiza una anotación en el libro el coordinador debe, en un plazo de 24h. remitir una copia a la inspección de trabajo y seguridad social de la provincia. Además, deberá notificar dichas anotaciones al contratista y representantes de los trabajadores.

9. Obligaciones de los trabajadores

Según la ley 31/95, artículo 29, corresponde a los trabajadores para velar por su propia seguridad en el trabajo, y por la de aquellas personas a las que puede afectar su actividad

profesional a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

En particular, los trabajadores deben seguir las instrucciones indicadas por el empresario:

- Usar de forma adecuada, de acuerdo con su funcionamiento y riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte, y en general, cualquiera de los medios con los que realice su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo y a los trabajadores designados para realizar tareas de protección y de prevención, o en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe un riesgo para la seguridad.
- Cooperar con el empresario para que este pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

10. Presupuesto de seguridad y salud

En el presupuesto de Ejecución Material (PEM) del proyecto, se ha reservado un capítulo con una partida alzada de 29.126,25 € (2,91% del PEM), para Seguridad y Salud.